



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Propuesta de Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Barrio el Milagro Huaraz-Ancash 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Hidalgo Nolasco Carlos Alberto

ASESOR:

Mgtr. Jara Remigio Flor Ángela

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento


HUARAZ-PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) **HIDALGO NOLASCO, CARLOS ALBERTO** cuyo título es: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE BARRIO EL MILAGRO HUARAZ-ANCASH-2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: ...1.6... (número) ...DESCRIBE... (letras).

Huaraz, Martes, 11 de Diciembre de 2018

  
 .....  
 Mgr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA  
 PRESIDENTE

  
 .....  
 Mgr. FLORENCIA ANGELA JARA REMIGIO  
 SECRETARIO

  
 .....  
 Ing. RAÚL NEIL RAMÍREZ RONDÁN  
 VOCAL

Baboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
--------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme aprender algo nuevo cada día, por darme la oportunidad de concluir la carrera y por protegerme cada día.

A mis padres Juan Delfín Ubaldo Hidalgo Huerta y Donatilda Esperanza Nolasco Celestino, por apoyarme a concluir mis estudios y siempre brindarme su confianza, por darme la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera y por protegerme cada día.

A mis compañeros de estudio en general, por ayudarme a alcanzar mis objetivos durante este tiempo, orientándome en cada paso a dar para obtener los mejores resultados.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por permitirme concluir la carrera de ingeniería civil y poder adquirir nuevos conocimientos que me servirán en un futuro.

A mis padres Juan y Dona, por ayudarme a concluir mis estudios brindándome siempre su apoyo y confianza, para poder lograr mis objetivos.

A mi Asesora temática la Ing. Remigio Jara Flor Ángela, por ayudarme a alcanzar mis objetivos, brindándome nuevos conocimientos y poder desarrollar mis capacidades durante el desarrollo de tesis.

### Declaratoria de autenticidad

Yo, Hidalgo Nolasco Carlos Alberto con DNI N° 73447345, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompañamos es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Huaraz, diciembre 2018



---

Hidalgo Nolasco Carlos Alberto

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

Cumpliendo con las disposiciones vigentes establecidas por el Reglamento de Grado y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, someto a vuestro criterio profesional la evaluación del presente trabajo de investigación titulado: “Propuesta de Diseño de una Planta de Tratamiento de aguas residuales en el Barrio el Milagro Huaraz-Ancash 2018” con el objetivo de proponer un diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en la cual se realizara diversos ensayos de laboratorio y en campo para determinar las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua residual así como determinar los parámetros requeridos para un diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales y así realizar un diseño de esta en El Barrio el Milagro.

En el primer capítulo se desarrolla la introducción, que abarca la realidad problemática, antecedentes, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación y objetivos de la presente tesis de investigación.

En el segundo capítulo se describe la metodológica de la investigación, es decir el diseño de la investigación, variables y su operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos que se empleó y su validez y confiabilidad ya están realizadas por El Laboratorio de Calidad Ambiental.

En el tercer capítulo se expondrán los resultados obtenidos de la evaluación realizada en el proyecto, la propuesta de mejora dada por el tesista para dar solución al problema presentado.

En el cuarto capítulo, se discutirán los resultados llegando a conclusiones objetivas y recomendaciones para las futuras investigaciones.

Asimismo, el presente estudio es elaborado con el propósito de obtener el título profesional de Ingeniería Civil y realizar una propuesta de una estructura para pavimento que será beneficioso a la población.

Con la convicción que se me otorgara el valor justo y mostrando apertura a sus observaciones, agradezco por anticipado las sugerencias a apreciaciones que se brinde a la presente investigación.

## INDICE

PAGINA DEL JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARACION DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	14
1.1. Realidad Problemática .....	14
1.2. Trabajos Previos.....	15
1.3. Teorías Relacionadas al Tema .....	18
1.3.1. Definición de Planta de Tratamiento.....	18
1.3.2. Estándares de Calidad del Agua.....	18
1.3.3Aguas Residuales.....	18
1.3.4 Características de las Aguas Residuales.....	18
1.3.2.1. Característica Físicas .....	18
1.3.2.2. Característica Químicas.....	20
1.3.2.3. Característica Bacteriológica .....	20
1.3.2.4. Pretratamiento de Aguas Residuales .....	21
1.3.2.5. Tratamiento Primario .....	22
1.3.2.6 Tratamiento Secundario.....	23
1.3.2.7 Tratamiento con Lagunas de Estabilización.....	23
1.3.7.8 Tratamiento de Lodos Activados.....	24
1.3.4. Criterios de Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas residuales .....	24
1.4. Formulación del Problema .....	25
1.5. Justificación del Estudio .....	26
1.6. Objetivo .....	27
1.6.1. Objetivo General.....	27
1.6.2. Objetivos Específicos .....	27

II. MÉTODO .....	27
2.1. Diseño de investigación .....	27
2.2. Variables, operacionalización .....	28
2.3. Población y muestra .....	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	30
2.5. Métodos de análisis de datos .....	30
2.6. Aspectos éticos .....	31
III. RESULTADOS .....	32
3.1.1. Resultados de Acuerdo al Objetivo 1 .....	34
3.2.2. Resultados de Acuerdo al objetivo 2 .....	36
3.2.3 Resultado de Acuerdo al Objetivo 3.....	37
IV. DISCUSION.....	50
V. CONCLUSIONES.....	54
VI. RECOMENDACIONES.....	55
VII. PROPUESTA.....	56
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	57
ANEXOS.....	59
ANEXOS DE LABORATORIO.....	59
CALCULOS RELIZADOS Y TABLAS.....	62
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	71
PANEL FOTOGRAFICO.....	73
PLANOS.....	83



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	Demanda de dotaciones.....	25
Tabla 2 .....	Límites máximos permisibles de efluentes para su vertimiento a un cuerpo de agua D.S. N°003-2010-MINAM.....	25
Tabla 3 .....	Resultados del análisis de las aguas residuales que se llevaron al laboratorio.....	34
Tabla 4 .....	Resultados del análisis de las aguas residuales que se llevaron al laboratorio, a 100 metros de la desembocadura.....	35
Tabla 5.....	Relación entre la demanda química de oxígeno y la demanda bioquímica de oxígeno con la cual nos da a conocer el tratamiento a usarse.....	38
Tabla 6 .....	Parámetros de análisis de laboratorio de las aguas residuales.....	38
Tabla 7 .....	Valores usados para el cálculo de acuerdo a la Norma OS 070.....	39
Tabla 8.....	Resultados de población, dotación y coeficientes según la demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno.....	39
Tabla 9 .....	Datos del caudal de diseño.....	40
Tabla 10 .....	Cálculos y dimensiones de la caja de entrada (disipador).....	40
Tabla 11.....	Cálculos y dimensiones del canal de entrada.....	41
Tabla 12 .....	Datos para el diseño de Rejillas.....	42
Tabla 13 .....	Cálculo del diseño de Rejillas.....	43
Tabla 14.....	Datos para el Diseño del Desarenador.....	44
Tabla 15.....	Cálculo del diseño de desarenador.....	45
Tabla 16 .....	Datos para el diseño de la Canaleta Parshall.....	46
Tabla 17 .....	Cálculo del diseño de la Canaleta Parshall.....	46
Tabla 18 .....	Datos para el Diseño del Reactor anaeróbico de Flujo Ascendente.....	47
Tabla 19 .....	Cálculo del diseño del RAFA.....	48
Tabla 20 .....	Aforo del caudal por el método volumétrico.....	62
Tabla 21 .....	Cantidad de habitantes por años en el Distrito de Independencia-Barrio El Milagro.....	64
Tabla 22 .....	Clasificación de climas por su temperatura.....	64
Tabla 23 .....	Dotación de agua potable por clima y número de habitantes.....	65
Tabla 24 .....	Dotación de agua potable.....	65
Tabla 25 .....	Eficiencia de las rejillas en función del espesor de las barras.....	65
Tabla 26.....	Valores de K según Kirschmer.....	66
Tabla 27.....	Material cribado retenido según abertura de cribas.....	66

Tabla 28 .....	Medidores parshall con escurrimiento libre límites de aplicación.....	69
Tabla 29 .....	Medidor parshall: valores del exponente “n” y del coeficiente “k” .....	69
Tabla 30 .....	Dimensiones estándar de medidores parshall en centímetros .....	70

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.... Flujograma de Procesos para la Propuesta de Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas residuales.....	32
Figura 2.....Ubicación del lugar donde se desarrollará el Proyecto de investigación..	33
Figura 3 ..... Coeficiente de variación para el caudal máximo diario que viene a ser 1.3 según el Ministerio de Economía y Finanzas.....	38
Figura 4 ..... Coeficiente de variación para el caudal máximo horario, lo más usado es 1.5 pero para este diseño usamos el 2.5 optando por el más crítico; según el Ministerio de Economía y Finanzas.....	39
Figura 5..... Tiempo de residencia hidráulica de aguas residuales teniendo como factor determinante el intervalo de temperatura según (Metcalf y Eddy, 2000).....	48
Figura 6 ..... Características de cada tratamiento anaeróbico y anaerobio junto con el tiempo de retención hidráulica en base al tipo de agua residual, según (Chang, et. al., 2009).....	48
Figura 7..... Material a sedimentar, el diámetro de cada partícula, el régimen y la ley aplicable para el cálculo de la velocidad de sedimentación.....	67
Figura 8 ..... Densidad y viscosidad de agua de acuerdo a la temperatura.....	68
Figura 9..... Vertedero para el sistema de tratamiento.....	81
Figura 10 .....Diseño del desarenador.....	82
Figura 11 .....Diseño del reactor anaeróbico ascendente.....	82

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de desarrollar una propuesta de Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que tiene la característica realizar el procedimiento de tratar el agua residual emitida del Barrio el Milagro, evitando la contaminación ambiental, hídrica y poder reducir enfermedades gastrointestinales a la población. La presente investigación se desarrolló en el Barrio el Milagro del distrito de independencia Huaraz, siendo una investigación no experimental descriptiva puesto que no se manipulo la variable ni se modificó los resultados, para lo que fue necesario realizar la recolección de datos mediante protocolos que se indican en la SUNASS, el reglamento nacional de edificaciones dentro de ellas es la OS.90 permitiendo anotar y describir los resultados. Finalmente se analizaron los resultados y se determinó que si es posible realizar un diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Tanto la población y muestra considerada es la Planta de Tratamiento de Aguas residuales para el Barrio El Milagro debido a que es el objeto en estudio. Para la recolección de datos se utilizó una ficha técnica validada por especialistas.

Palabras claves: Planta de Tratamiento, Aguas Residuales.

EL AUTOR

## ABSTRACT

The present investigation was carried out with the purpose of developing a proposal for the Design of a Wastewater Treatment Plant that has the characteristic of carrying out the procedure of treating the wastewater emitted from Barrio el Milagro, avoiding environmental, water and reducing disease gastrointestinal to the population. The present investigation was developed in Barrio el Milagro of the district of independence Huaraz, being a non-experimental descriptive investigation since the variable was not manipulated or the results were modified, for which it was necessary to perform the data collection through protocols indicated in the SUNASS, the national building regulations within them is the OS.90 allowing to annotate and describe the results. Finally, the results were analyzed and it was determined that it is possible to design a Wastewater Treatment Plant.

Both the population and sample considered is the Wastewater Treatment Plant for the El Milagro neighborhood because it is the object under study. A technical file validated by specialists was used to collect data.

Keywords: Treatment Plant, Wastewater.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

El crecimiento y concentración de la población en las ciudades de América Latina entre el año 2010 al 2020 será de un 80%. Esto da a entender que se incrementará las aguas residuales provenientes de los domicilios e industrias, para lo cual se debe contar con una planta de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, más de un 40 % de las localidades no cuenta con el adecuado sistema de tratamiento lo cual resulta imprescindible, así se podrán eliminar los focos infecciosos que causan enfermedades originadas por bacterias o virus, tales como: diarrea, cólera, o tifoidea, además de malos olores causados por el vertimiento de aguas residuales, así como el cambio radical del entorno paisajístico (Lario, Gonzales y Morales (2015).

Según la EPS Chavín Huaraz tiene 3 plantas de tratamiento ubicadas en Bellavista con capacidad de tratar 170 lps, la otra ubicada en Marian con capacidad de tratar 120 lps, y el ultimo ubicado en Paria con capacidad de tratamiento de 120 lps de los cuales solo la planta de tratamiento de Bellavista se encuentra en buen estado ya que las demás están en mala conservación o en diseño de recolección de aguas residuales lo que nos lleva a inferir que Huaraz requiere de una planta de tratamiento pero de Aguas Residuales y no de agua potable, ya que la dotación promedio de Aguas residuales en Huaraz es de 40 m<sup>3</sup>/hab, lo que equivale a 6` 760,000 m<sup>3</sup> en todo Huaraz.

En el barrio el milagro tenemos 65854 habitantes lo cual tenemos una demanda de Aguas residuales de 2`634,160 m<sup>3</sup> lo cual es considerable ya que no existe ningún tipo de tratamiento.

Ya que todas las aguas residuales recolectadas terminan desembocando en el rio santa, eso dará como consecuencias los riesgos ambientales y daños a la salud de los pobladores del sector ya que el 15 % según el centro de salud Palmira son atendidos por casos de tifoidea, cólera, gastroenteritis, entre otros debido a la contaminación de las aguas residuales domésticas, y que hasta la actualidad no son tratadas, así como la enorme contaminación del rio Santa.

Por lo tanto, si no se toman las medidas necesarias, el porcentaje de personas afectadas por las enfermedades ya mencionadas podrían aumentar, como también la contaminación del Río Santa sería crítica, el foco infeccioso seguiría en aumento.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, el presente proyecto tiene como propósito dar una propuesta de solución ante el problema de contaminación causados por las aguas residuales que afectan a la sociedad como el medio ambiente, en este sentido se persigue diseñar una planta de tratamiento para contrarrestar los problemas mencionados, lo cual mejoraría la calidad de vida de la población del barrio el Milagro.

## **1.2. Trabajos Previos**

### **Local**

MELGAREJO, (2014) presentó el estudio “Evaluación para optimizar el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de MARCARÁ, del distrito de MARCARÁ- PROVINCIA DE CARHUAZ – ANCASH”, tesis para obtener el título de Bachiller de Ingeniera Sanitaria en la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo. Su objetivo fue realizar la caracterización de los aspectos físico-químicos y bacteriológicos de las aguas residuales en la ciudad de Marcará. La metodología utilizada fue no experimental aplicada al diseño descriptivo como correlacional. Su muestra de estudios fue experimental, por lo que se tomaron datos en campo del sistema del alcantarillado sanitario. Se concluyó que la planta de tratamiento proyectada para la ciudad de Marcar será de 5.78 l/s, también se dedujo que los procesos mínimos para el tratamiento de aguas residuales serán sedimentación, filtración y desinfección.

### **Nacional**

LOPEZ y HERRERA (2015) presentaron el estudio “PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA REUSO EN RIEGO DE PARQUES Y JARDINES EN EL DISTRITO DE LA ESPERANZA, PROVINCIA TRUJILLO.LA LIBERTAD”, tesis para obtener título de Ingeniería Civil en la Universidad Privada Antenor Orrego. Su objetivo fue diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales para el rehúso de riego en parques y jardines en el Distrito de La Esperanza, Provincia de Trujillo, La

Libertad. El tipo de estudio que se realizó fue aplicado. En la muestra se determinó que 23.43 hectáreas se riega aproximadamente 96,000 galones de agua potable semanalmente. Se concluyó que se requieren de dos sistemas de tratamiento de agua potable de aguas residuales para el uso de riego de parques y jardines.

ARCE (2013) presentó el estudio “URBANIZACIONES SOSTENIBLES: DECENTRALIZACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RESIDENCIALES”, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad católica del Perú. Su objetivo es tener como objetivo plantear una alternativa de solución para el Saneamiento nacional, teniendo como base experiencias exitosas en otras partes del mundo. Su tipo de estudio es Experimental. Su muestra fue experimental ya que se adquirieron de distintas zonas urbanas fuera y dentro del país, así como entrevistas a diferentes técnicos que conocen el tema referente al tratamiento de aguas residuales. Se concluyó que se necesita descentralizar más las plantas de tratamientos de aguas residuales ya que en el Perú son muchas las plantas inhabilitadas, en proceso de construcción o que aún no se han realizado para ello este estudio nos dice que enfoquemos más la realización de proyectos de planta de tratamiento, para así poder dar un beneficio económico, político y social a la población.

ESPINOZA (2010). Presentó el estudio “PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SAN JUAN DE MIRAFLORES”, tesis para obtener el grado de Master en Gestión y Auditorías Ambientales en la Universidad de Piura. Su objetivo fue Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales, que reemplace a las lagunas de estabilización existentes, utilizando el área disponible actual, para su posterior rehusó en el distrito de Villa El Salvador. La metodología de utilizada fue aplicada. Su muestra de estudio fue la distribución del sistema de recolección, los límites y puntos de descarga principales de cada área de drenaje. Se concluyó que, debido a los problemas de calidad de efluente, que deriva en problema de olores, la población vecina viene manifestándose que deben reubicarse las actuales lagunas, por tal motivo se requiere una ampliación de la capacidad de tratamiento, con la finalidad de obtener un efluente que cumpla con las normas de descarga vigentes en el país.



PRADO (2015). Presentó el estudio “APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL PATIO TALLER DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LIMA”, tesis para optar grado de Ingeniero Agrícola en la Universidad de La Molina. Su objetivo se basó en evaluar la disponibilidad de las aguas residuales en el patio taller de la línea 1 del metro de Lima, con fines de tratamiento y reuso para el riego de áreas verdes. El método realizado fue de acuerdo al plano topográfico y al plano de planta del Patio Taller se identificaron las áreas verdes actuales y potenciales. De esta manera se calculó la superficie de áreas verdes actuales y potenciales en el Patio Taller. Se llegó a la conclusión Finalmente se determinó la disponibilidad de las aguas residuales y se eligió la tecnología más adecuada para su tratamiento y reúso en el riego de áreas verdes. Debido a la limitada disponibilidad de terreno; se optó por una planta compacta de lodos activados con aireación extendida.

### **Internacional**

ROMAN (2010) presento el proyecto “PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE VILLAFLORES, CHIAPAS”. Su objetivo fue crear una planta de tratamiento que recepciones las aguas residuales domesticas de la ciudad de Villaflores, el cual sea complemento en infraestructura de la red de alcantarillado sanitario de la localidad. El tipo de estudio es Aplicativo. Su muestra fue experimental ya que se tomaron distintas muestras como, agua, población, el gasto promedio de consumo de agua, etc. Se concluyó que con la ejecución de este proyecto se mejorara la calidad de vida de los pobladores, así como la preservación del medio ambiente y recursos hídricos.

Morán (2014) presento la tesis “DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ”. “Su objetivo fue Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales, que reemplace a las lagunas de estabilización existentes, utilizando el área disponible actual, para su posterior rehusó en el distrito de Villa El Salvador, permitiendo así reducir la contaminación por desagües del océano Pacífico en la bahía de Miraflores y mejorar la salud de la población”

### **1.3. Teorías Relacionadas al Tema**

#### **1.3.1. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.**

“Es un conjunto de estructuras que se encarga del proceso de tratamiento aguas residuales, es aquí en donde los sólidos que el líquido contiene son separados parcialmente, de esta manera, el resto de los sólidos orgánicos complejos quedan convertidos en sólidos minerales o en sólidos orgánicos relativamente estables. La magnitud de este cambio depende del proceso de tratamiento empleado” (Prado, 2015, p.11).

#### **1.3.2 Estándares de Calidad del Agua.**

“Los ECA-Agua establecen el nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni el ambiente” (SUNASS, 2015, p.23).

“Cuando se vierte el efluente de la PTAR al cuerpo receptor de agua, se origina una zona de mezcla, luego de la cual, el cuerpo receptor de agua debe cumplir los valores del ECA-Agua, que dependen de la categoría de uso del cuerpo receptor” (SUNASS, 2015, p.23).

#### **1.3.3 Aguas residuales.**

“Las aguas residuales o aguas servidas contienen una pequeña cantidad de sólidos en relación con el peso del agua. Aproximadamente, una tonelada de agua residual tiene una libra de sólidos, los cuales se pueden encontrar en solución, en suspensión o sedimentados. Los distintos procesos ya mencionados tienen como uno de sus objetivos, lograr la mayor separación de los sólidos” (Gálvez, 2007, p.21).

#### **1.3.4 Características de las Aguas Residuales.**

##### **a. Características Físicas**

“Las principales consideraciones para establecer la calidad del agua se basan más en las características físicas que en las Químicas, biológicas. De esta forma se desea un agua incolora, insípida e inodora” (Noyola, Vega y Ramos, 2000, p.11).

## **Sólidos**

“Analíticamente, se define como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación de entre 103° y 105°C. No se define como sólido aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor” (Quiroz, 2013, p.4).

### **Sólidos totales (ST)**

“Analíticamente, se define como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación de entre 103° y 105°C. No se define como sólido aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor” (Olivos, 2010, p.15).

### **Sólidos sedimentables**

“Se definen como aquellos que sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica conocida como el cono de Imhoff, en el transcurso de un periodo de 60 minutos” (Ayala Y Gonzales, 2008, p.51).

### **Turbiedad**

“La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión” (Ayala y Gonzales, 2008, p.55).

### **Color**

“El agua residual suele tener un color grisáceo. Sin embargo, al aumentar el tiempo de transporte en las redes de alcantarillado y al desarrollarse condiciones más próximas a las anaerobias, el color del agua residual cambia gradualmente de gris a gris oscuro, para finalmente adquirir color negro. Cuando llega a este punto, suele clasificarse el agua residual como séptica” (Quiroz, 2013, p.6).

### **Olor**

“El agua residual reciente tiene un olor algo desagradable, que resulta más tolerable que el del agua residual séptica. El olor más característico del agua residual séptica se debe a la presencia del sulfuro de hidrógeno (Huevo podrido) que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de Microorganismos anaerobios” (Quiroz, 2013, p.6).

## **b. Características Químicas**

### **Demanda de Oxígeno**

“Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5): Mide la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos en la transformación de la materia orgánica en CO<sub>2</sub> y el nuevo material celular. Asimismo, incluye la cantidad de oxígeno requerido para llevar a cabo la nitrificación” (Noyola, Vega y Ramos, 2000, p.16).

“Demanda química de Oxígeno (DQO): Es el oxígeno consumido por una muestra de agua residual de dicromato de potasio después de 2 o 3 h de reflujo con ácido sulfúrico concentrado. Casi todas las sustancias orgánicas se oxidan en su totalidad, con excepción de compuestos como la piridina, el benceno o el tolueno” (Noyola, Vega y Ramos, 2000, p.17).

### **Grasas y aceites.**

“Estas sustancias representan un problema para el tratamiento del agua residual, ya que tienden a flotar y a formar una capa en la superficie del agua, la cual impide la transferencia de los gases entre el aire y el agua, quizá el más importante sea el oxígeno” (Noyola, Vega y Ramos, 2000, p.19).

## **c. Características Biológicas.**

“Los principales grupos de organismos presentes tanto en aguas residuales como superficiales se clasifican en organismos eucariotas, bacterias y arqueobacterias, la mayoría de los organismos pertenecen al grupo de bacterias. La categoría protista, dentro de los organismos eucariotas, incluye las algas, los hongos y los protozoos” (Ayala y Gonzales, 2008, p.59).

### **1.3.4 Pretratamiento de Aguas Residuales.**

“El tratamiento preliminar incorpora procesos de acondicionamiento de las aguas residuales, como la remoción de arena, elementos gruesos, flotantes, sedimentables, aceites y grasas. Las unidades utilizadas en el tratamiento preliminar son: reja, tamiz, desarenador y desengrasado. En las PTAR sin suministro de energía eléctrica que reciben las aguas residuales por bombeo, se podrían incorporar rejillas automáticas en la última estación de bombeo como una opción para asegurar un eficiente cribado del afluente a las PTAR” (SUNASS, 2015, p, 62).

“En el pretratamiento se efectúa un desbaste (rejas) para la eliminación de las sustancias de tamaño excesivo y un tamizado para eliminar las partículas en suspensión. Un desarenado, para eliminar las arenas y sustancias sólidas densas en suspensión y un desengrasado para eliminar los aceites presentes en el agua servida, así como elementos flotantes. Como principales procesos de tratamiento preliminar tenemos: desbaste, tamizado, desarenador, desangrador y desaceitador” (López, 2015, p.31).

#### **Desbaste.**

“Esta operación consiste en hacer pasar el agua servida a través de una reja. De esta forma, el desbaste se clasifica según la separación entre los barrotes de la reja en Desbaste fino, Desbaste grueso” (López, 2015, p.32).

“En cuanto a los barrotes, estos han de tener unos espesores mínimos según sea Reja de gruesos, Reja de finos”  
(López, 2015, p.32).

#### **Desarenador.**

“Los desarenadores serán preferentemente de limpieza manual, si incorporar mecanismos, excepto en el caso de desarenadores para instalaciones grandes. Según el mecanismo de remoción, los desarenadores pueden ser a gravedad de flujo horizontal o helicoidal. Los primeros pueden ser diseñados como canales de forma alargada y de sección rectangular. Los desarenadores de flujo horizontal serán diseñados para remover partículas de diámetro medio igual o superior a 0,20 mm” (Norma O.S 0.90, 2006, p9).

#### **Remoción de Grasas o Aceites.**

“El objetivo en este paso es eliminar grasas, aceites, espumas y demás materiales flotantes más ligeros que el agua, que podrían distorsionar los procesos de tratamiento posteriores. El desaceitado consiste en una separación líquido-líquido, mientras que el desengrase es una separación sólido-líquido. En ambos casos se eliminan mediante insuflación de aire, para descomponer las grasas y mejorar la flotabilidad. Se podría hacer esta separación en los decantadores primarios al ir provistos éstos de unas rasquetas superficiales de barrido, pero cuando el volumen de grasa es importante, estas rasquetas son insuficientes y la recogida es deficitaria” (FONAM, 2015, p.5).

### **1.3.5 Tratamiento Primario.**

“El tratamiento primario que recibe las aguas residuales consiste principalmente en la remoción de sólidos suspendidos floculantes bien mediante sedimentación o floculación, en la neutralización de la acidez o alcalinidad excesivas y en la remoción de compuestos inorgánicos mediante precipitación química. En algunos casos se puede utilizar la coagulación como auxiliar del proceso de sedimentación” (FONAM, 2015, p.5).

#### **Tanques de Flotación**

“El proceso de flotación se usa en aguas residuales para remover partículas finas en suspensión y de baja densidad, usando el aire como agente de flotación. Una vez que los sólidos han sido elevados a la superficie del líquido, son removidos en una operación de desnatado. El proceso requiere un mayor grado de mecanización que los tanques convencionales de sedimentación; su uso deberá ser justificado ante el organismo competente” (Norma O.S .90, 2006, p.11).

#### **Tanques Imhoff.**

“Es una unidad de confinamiento de sedimentación de dos niveles se le utiliza como estanque de sedimentación y cámara de digestión. El tanque Imhoff es una unidad compacta, cuyo estanque de sedimentación está ubicada sobre una cámara de digestión. El material que se sedimenta se desvía para que pueda deslizarse directamente hacia la región de digestión. El dispositivo de retención en la superficie de deslizamiento impide que el gas ascienda y altere el proceso de sedimentación” (Ayala y Gonzales, 2008, p5).

#### **Sedimentador Primario.**

“La separación de los sólidos por gravedad se basa en la diferencia que existe entre los pesos específicos del líquido que es la fase continua y el de las partículas, las cuales constituyen la fase discreta. Para que se produzca la separación entre el líquido y los sólidos pueden seguirse dos caminos: aquellas partículas que tienen un peso específico mayor que el del agua sedimentada, y que aquellas otras con un peso específico menor que el del agua flotante. Se puede pues utilizar la sedimentación o la flotación para separar del agua servida los sólidos en suspensión presentes en ella” (López, 2015, p36).

### **1.3.6 Tratamiento Secundario**

“El tratamiento secundario remueve la materia orgánica biodegradable (carga orgánica) y los sólidos en suspensión, lo que es necesario para cumplir los LMP de la DBO<sub>5</sub>, DQO y sólidos suspendidos. La tecnología de tratamiento secundario que más se aplica es del tipo lagunas: anaerobias, facultativas y aireadas, en forma individual o en combinación” (SUNASS, 2015, p, 65).

“Este término comúnmente se utiliza para los sistemas de tratamiento del tipo biológico en los cuales se aprovecha la acción de microorganismos presentes en las aguas residuales, los cuales, en su proceso de alimentación, degradan la materia orgánica, convirtiéndola en material celular, productos inorgánicos o material inerte. La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual, define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica, los aerobios (en presencia de oxígeno) y los anaerobios (en ausencia de oxígeno). Dependiendo de la forma en que estén soportados los microorganismos, existen dos grandes tipos de procesos” (Ayala y Gonzales, 2008, p5).

### **1.3.7 Tratamiento con Lagunas de Estabilización.**

“Las lagunas de estabilización son estanques diseñados para el tratamiento de aguas residuales mediante procesos biológicos naturales de interacción de la biomasa (algas, bacterias, protozoarios, etc.) y la materia orgánica contenida en el agua residual. El tratamiento por lagunas de estabilización se aplica cuando la biomasa de las algas y los nutrientes que se descargan con el efluente pueden ser asimilados por el cuerpo receptor. El uso de este tipo de tratamiento se recomienda especialmente cuando se requiere un alto grado de remoción de organismos patógenos” (Norma O.S 0.90, 2006, p11)

#### **Filtros percoladores.**

“Se conocen también como filtros biológicos o biofiltros. Como medio de filtración se puede utilizar gravilla, pizarra, coque, carbón, y trozos de plástico rígido, de alrededor de 2m de profundidad, y con el material graduado cuidadosamente en tamaños desde 25 hasta 150 mm de diámetro, poniendo el tamaño mayor en el fondo, se construye todo el lecho, con desagüe inferior. Así dispuesto, permite que el aire fluya libremente de abajo hacia arriba a través de todo el filtro por convección natural, mientras el líquido permeable hacía abajo por gravedad” (Prado, 2015, p.24).

### 1.3.8 Tratamiento de Lodos Activados.

“El sistema de lodos activados fue descubierto por Arden y Lockett, alrededor del año 1913, y constituyó una verdadera revolución tecnológica para el tratamiento de las aguas residuales.

Según el Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York (1964), el lodo activado es un proceso biológico de contacto, en el que los organismos aerobios y los sólidos orgánicos de las aguas residuales, se mezclan íntimamente en un medio ambiente favorable para la descomposición aeróbica de los sólidos. La eficacia del proceso depende de que se mantenga continuamente oxígeno disuelto en las aguas negras durante todo el tratamiento” (Prado, 2015, p.22).

### 1.3.9 Criterios para diseñar una planta de tratamiento.

<b>Población futura por el Método de crecimiento Aritmético</b>
---

$$Pf = Pa(1 + \frac{rt}{1000})$$

Donde:

		Población
Pf	=	Futura.
Pa	=	Población Actual.
		Coeficiente de Crecimiento anual por
r	=	1000 Habitantes.
t	=	Tiempo en años.

Fuente: Centro Peruano de estudios sociales, Diseño y demanda de agua potable.

### Caudal promedio

#### Caudales de Diseño

$$Q_p = \frac{Poblacion \times Dotacion(\frac{l}{hab\ dia})}{86400}$$

#### Caudal Medio Diario

$$Q_{md} = Q_p \times K_1$$

#### Caudal Máximo Horario

$$Q_{mh} = Q_p \times K_2$$

Fuente: Abastecimiento de Agua Potable, Guillermo Vázquez R, 2016.



Tabla 1. Demanda de dotaciones.

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

<b>Población (Habitantes)</b>	<b>Dotación (l/hab/día)</b>
hasta 500	60
500-1000	60-80
1000-2000	80-100

<b>Región</b>	<b>Dotación (l/hab/día)</b>
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Fuente: Ministerio de salud (1984)

Tabla 2. Límites máximos permisibles de efluentes para su vertimiento a un cuerpo de agua D.S. N°003-2010-MINAM.

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Aceites y Grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1001
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2001
PH		6,5-8,5
Sólidos Totales en suspensión	ml/l2	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: SUNASS 2009.

#### 1.4. Formulación del Problema

Para la presente investigación se formuló la siguiente interrogante: ¿Cuál sería el diseño de una “planta de tratamiento de aguas residuales en el barrio el milagro, Huaraz-Ancash 2018”?

##### 1.4.1 Problemas Específicos.

¿De qué manera se identificará las características químicas, bacteriológicas y físicas del agua en el Rio Santa en el barrio el milagro?

¿Qué procesos se realizó durante el proyecto de investigación?

## 1.5. Justificación del Estudio

El estudio se basa del problema ambiental que daña al entorno, recursos y afecta la salud de las personas aledañas, debido a la presencia de concentración de bacterias, virus causados por el vertimiento que genera olores desagradables, presencia de insectos, así como filtraciones al suelo, el cual deriva en una posterior contaminación de la capa freática. Es por ello que mediante este proyecto de investigación se dará a conocer la solución de los problemas de salud como de medio ambiente que afectan a la sociedad como al entorno paisajístico, apoyándonos de diversas teorías ya realizadas a nivel internacional, nacional y local para así poder resolver algunas dudas como también poder dar algunas aportaciones.

Esta investigación desde el aspecto práctico se basa en aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de los estudios universitarios de acuerdo al tipo de problema que se presente, para luego ponerlos en práctica y lograr brindar una solución. Donde a futuro este proyecto las personas interesadas en el tema de diseño de plantas de tratamiento puedan tomar información e incluirla dentro de sus investigaciones, así como agregar más información respecto al tema.

El estudio se justifica desde el aspecto metodológico, donde dará a conocer los procesos y técnicas que se realizarán para dar frente a la contaminación y vertimiento de aguas residuales a través del diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales. Así al concluir este proyecto de investigación se obtendrá los resultados obtenidos a través de las pruebas y estudios realizados durante el transcurso de la investigación, como también poder contribuir a la sociedad una vida más sostenible, en brindar solución ante la inminente contaminación que día a día se incrementa debido al crecimiento de la población.

### **Hipótesis.**

Según (Tamayo, 2009) “La hipótesis nos lleva al descubrimiento de nuevos hechos. Por tal, sugiere explicación a ciertos hechos y orienta la investigación a otros”. Por lo tanto, el proyecto de investigación tendrá una El presente proyecto tendrá como una **Hipótesis Implícita debido a que se trata de una sola variable y su tipo de estudio es transaccional.**

## 1.7 Objetivos

### 1.7.1 Objetivos generales

Proponer el diseño de una “Planta de tratamiento de aguas residuales en el barrio el Milagro, Huaraz, Departamento de Ancash 2018”.

### 1.7.2 Objetivos Específicos.

- Estudiar las características químicas, físicas bacteriológicas de las aguas vertidas al Rio Santa provenientes del Barrio El Milagro.
- Evaluar el área donde se realizará la propuesta de diseño de la planta de tratamiento para las aguas residuales del Barrio El Milagro.
- Realizar el diseño hidráulico para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Barrio El Milagro, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

(Hernández, Fernández y Baptista, 2003, p5.) el **Enfoque Cuantitativo**: "utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población". Por lo tanto, **el Enfoque de estudio es Cuantitativo** para el presente proyecto de Investigación debido a que utiliza y recolecta datos para contestar preguntas de la investigación.

(Carrasco, 2013) el **Tipo de estudio Aplicativo** nos menciona: “Este tipo de investigación también recibe el nombre de práctica empírica. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. La investigación aplicada se encuentra estrechamente vinculada con la investigación básica, pues depende de los resultados y avances de esta última”. **Por lo tanto, el tipo de estudio es Aplicado en este proyecto de investigación**, ya que busca la aplicación y utilización de conocimientos adquiridos dentro del transcurso del aprendizaje académico.

(Hernández, Fernández y Baptista, 2003, p80.) el **alcance descriptivo**, “busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describen tendencias de un grupo o población.

Pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas”. **Entonces de acuerdo a lo citado en el anterior párrafo el proyecto de investigación tiene como alcance de estudio Descriptivo** porque se pudo observar el fenómeno o problema y busca especificar propiedades, características rasgos. Pretende medir o recoger de manera independiente los conceptos de la variable en este caso sobre el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales.

(Hernández, Fernández y Baptista, 2003, p122.) El **Diseño de Investigación No Experimental** “Se realiza sin manipular de liberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos”. **Por lo cual el diseño de investigación es No experimental Transeccional** debido a que se recolectara datos en un momento único, y su objetivo es describir la variable y analizar su incidencia.

## **2.2. Variables, operacionalización**

### **2.2.1. Variable**

En este caso la variable de este proyecto es: “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales”.

Fuente: Elaboración Propia

## **2.3. Población y muestra**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	“Una planta de tratamiento está formada por diferentes etapas, las cuales, a su vez, pueden estar formadas por uno o más elementos. Entre más elementos contenga una planta de tratamiento, más eficiente será. Estas etapas son: tratamiento preliminar o pre-tratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario y secado de lodos” (Gálvez, 2007, p9).	“El diseño de una planta de tratamiento, se ocupará de tratar las aguas residuales del Rio Santa, en el barrio el Milagro, para así poder reducir los niveles de contaminación que afectan a la salud de la población como el medio ambiente”.	Pre tratamiento	Desbaste	Nominal
				Desarenador	
				Remoción de Aceites y Grasas	
			Tratamiento Primario	Tanques Imhoff	Nominal
				Sedimentador Primario	
				Tanques de Flotación	
			Tratamiento Secundario	Filtros Percoladores	Nominal
				Lagunas de Estabilización	
				Lodos Activados	
			Características del Agua	Químicas	Nominal
				Bacteriológicas	
				Físicas	

### 2.3.1. Población

(Chávez, 2007, p.162) define población como:” el universo de estudio de la investigación, sobre el cual se pretende generalizar los resultados, constituida por características o estratos que le permiten distinguir los sujetos, unos de otros”. Por lo tanto, la población del proyecto de investigación será todas las descargas de aguas residuales generados en el barrio El Milagro.

### 2.3.2. Muestra

Mientras que (Parra, 2003, p.16) indica que la muestra es: “una parte (sub-conjunto) de la población obtenida con el propósito de investigar propiedades que posee la población”. Por lo tanto, La muestra será los residuos que se tomará entre los meses Mayo – Julio del 2018. Esta muestra nos dará como resultado las

cantidades de las diferentes composiciones de aguas residuales generados en el barrio el milagro.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnica de recolección de datos**

(Rodríguez, 2008, p. 10) las técnicas, “son los medios empleados para recolectar información, entre las que destacan la observación, cuestionario, entrevistas, encuestas”. En el presente proyecto de investigación se usará como técnica de recolección de datos la toma de muestra de las aguas residuales del rio santa en el sector del Barrio El Milagro para así poder determinar la calidad del agua residual para posteriormente determinar el tipo de planta de tratamiento que se diseñara de acuerdo a las características del agua.

### **2.4.2 Instrumento de recolección de datos**

(Hernández, 2010, p.260), “la recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías”.

Por lo cual en el presente proyecto de investigación se utilizará las fichas de cotejo, en este caso dichas fichas se denominan fichas de inspección sanitaria de las aguas residuales del rio santa en el sector del Barrio El Milagro para luego obtener resultados en el laboratorio de calidad Ambiental.

### **2.4.3 Validez y Confiabilidad**

(Fuentes 1989, p.103) Designa validez “la coherencia con que un conjunto de puntajes de una prueba mide aquello que deben medir”.

Por lo tanto, el presente proyecto no será necesario la validez del formato, debido a que se encuentra ya establecidos y avalados por un laboratorio reconocido.

## **2.5 Métodos de Análisis de Datos.**

Los datos serán obtenidos a través de la aplicación de una ficha de inspección sanitaria de los residuos sólidos para cada departamento y/o servicio, el cual consignara la caracterización de los efluentes.

Se realizará la caracterización física de los residuos; en volumen, peso y densidad y se determinará el método de tratamiento adecuado para estos residuos, rigiéndose según el procedimiento de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)

## **2.6 Aspectos Éticos.**

El presente trabajo contiene los procesos científicos de acuerdo a las normas y guías establecidas por la Universidad Cesar Vallejo, en la cual se ha realizado la evaluación a través del programa anti plagio Turnitin, dando fe de un proyecto transparente. Agregando que durante todo el proceso de elaboración del proyecto recibimos ayuda por parte del docente de metodología de la investigación como del asesor de acuerdo a la rama de investigación, cabe mencionar también que el proyecto de investigación no tiene fines lucrativos, sino metas de mejorar la calidad de vida para la sociedad.

Este proyecto de investigación no busca ningún fin de lucro ni beneficio propio, al contrario, el presente proyecto tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los pobladores del Barrio El Milagro, así como el mejoramiento de la calidad ambiental que es sumamente importante e indispensable para la existencia humana, es por motivo tal que se tomó como tema realizar una Propuesta de Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que podrá reducir la emisión de agentes contaminantes así como la eliminación de focos infecciosos que causan daños gastrointestinales.

Esta investigación busca sacar provecho también la disposición final de las aguas residuales tratadas, ya sea en riego de parques, así como en el uso de abono para chacras del modo que también podamos reducir el consumo de agua potable para El Barrio El Milagro como en otros sectores que necesitan de este recurso, así como también la compra de fertilizantes con químicos que dañan el suelo ya que hace que una vez aplicada en el lugar está ya no vuelve a ser productiva, es por ello que debemos optar por medidas que sean amigables con el medio ambiente la sociedad y la salud.

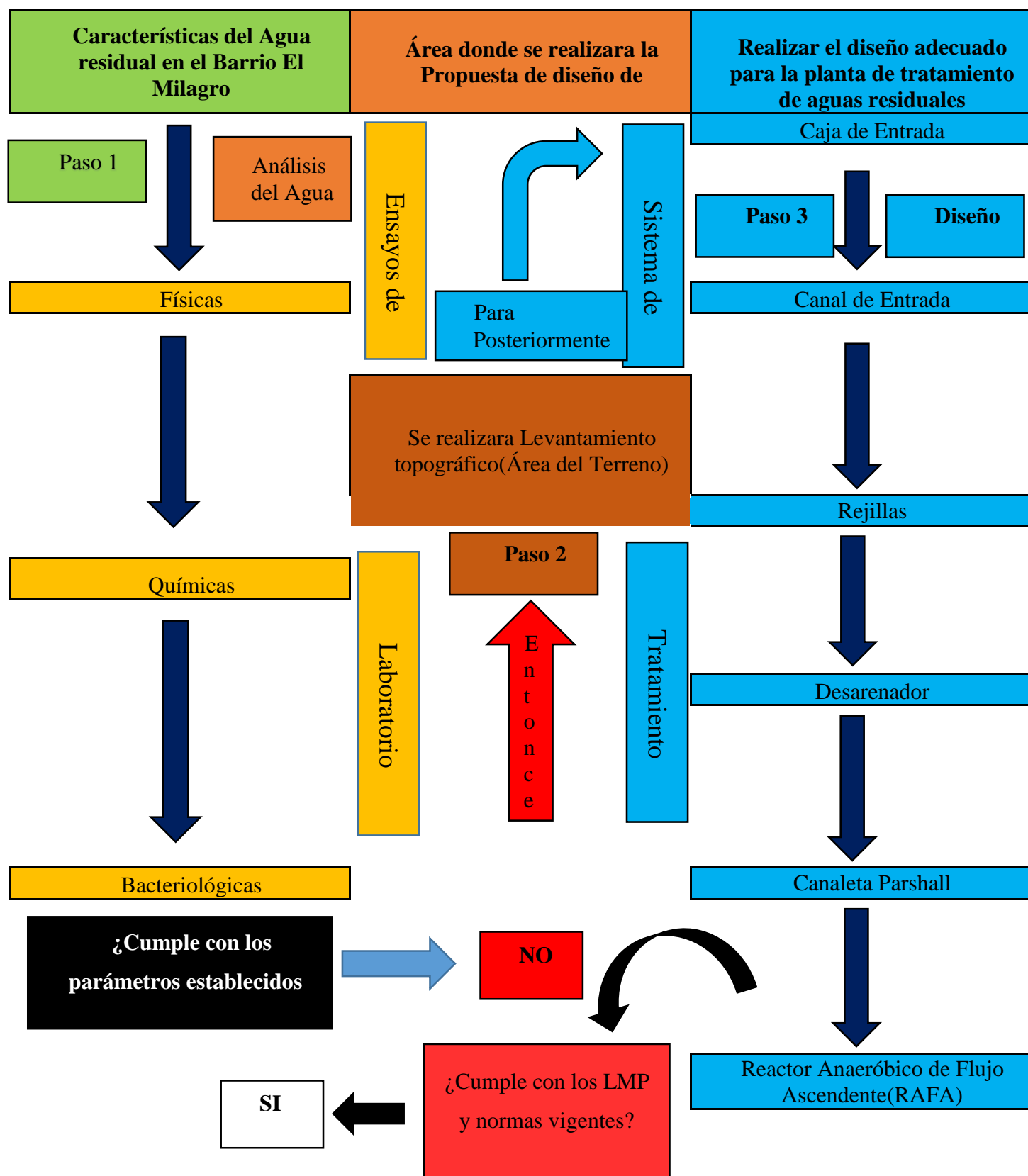


Fig. 1. Flujograma de Procesos para la Propuesta de Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas residuales.

Fuente: Elaboración Propia.



### III. RESULTADOS

#### 3.1 Datos generales

##### ➤ Ubicación Política

Región : Ancash  
Provincia : Huaraz  
Distrito : Independencia  
Localidad : Barrio el Milagro

##### ➤ Ubicación Geográfica

La Provincia de Huaraz se encuentra localizado en las siguientes coordenadas:

OESTE=77°31'39``

SUR= 9°30'53``

Altura = 3023msnm.



Figura 2. Se muestra la ubicación en el mapa de la ciudad de Huaraz en la cual se propone la planta de tratamiento de aguas residuales

### ➤ **Vías de Acceso**

La vía de acceso desde la Plaza de Armas de Huaraz hasta el Barrio El Milagro en El distrito de Independencia es siguiendo la carretera Principal (Av. Centenario) para posteriormente tomar el desvío del Cruce Wilcawain hacia la parte baja, llegando así hasta la Av. Independencia #385 (Lugar del Proyecto), la distancia es de 5 Km y aproximadamente 20 min de viaje a pie y 10 min mediante vehículo tomando como punto de inicio la Plaza de Armas de Huaraz.

Huaraz – Independencia-Barrio El Milagro : 5 Km. Vía asfaltada.

### ➤ **Clima**

En El Barrio El barrio El Milagro, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz se tiene un clima templado, tropical, seco durante el día y frío durante la noche, oscilando la temperatura promedio anual en las primeras últimas horas del día de 11 °C a 17 °C, las precipitaciones se presentan entre los meses de diciembre a marzo, siendo más intenso en los meses de enero a abril, periodos de estiaje críticos especialmente durante los meses de abril a noviembre.

### ➤ **Topografía**

La topografía es accidentada, con pendientes fuertes y en algunas zonas leves en los territorios aledaños (40% a 55%), presenta planicies en pocas partes, con presencia de suelos alrededor en forma irregular.

## **3.2 RESULTADOS POR OBJETIVOS**

### **3.2.1 Resultados de acuerdo al objetivo 1: Análisis Físico, Químico y Bacteriológico del Agua Residual Doméstico.**

#### **PUNTO DE DESEMBOCADURA HACIA EL RIO SANTA**

Tabla 3: *Resultados del análisis de las aguas residuales que se llevaron al laboratorio.*

<b>PARAMETROS</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>VALOR</b>	<b>LÍMITE</b>
Aceites y Grasas	mg/l	9.03	20
pH	Und pH	6.70	6.5 – 8.5

Sólidos Total en suspensión	mg/l	310	150
Temperatura	°C	18.8	<35
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO5	130	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	241	200
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	24000000	10000

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en los resultados que se obtuvo de laboratorio no cumplen con el límite máximo permisible de efluente para vertidos a cuerpos de agua, esa es la principal causa de la contaminación desmesurada del agua la cual ha provocado graves consecuencias al medio hídrico el cual sirve como receptor de las aguas residuales de la ciudad de Huaraz, Distrito de Independencia, Barrio El Milagro.

#### A 100 METROS RÍO ABAJO DE LA DESEMBOCADURA

Tabla 4: *Resultados del análisis de las aguas residuales que se llevaron al laboratorio, para mayor detalle revisar el Anexo 2.*

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR	LÍMITE
Aceites y Grasas	mg/l	1.3	<20
pH	Und pH	6.82	6.5 – 8.5
Sólidos Total en suspensión	mg/l	45	150
Temperatura	°C	19.6	<35
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO5	16	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	30	200
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	24000000	10000

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar los valores obtenidos del laboratorio cumplen con los parámetros de los límites máximos permisibles.

**3.2.2 RESULTADO DEL OBJETIVO 2: Conocer el terreno donde se pretende realizar el sistema de tratamiento primario, levantamiento topográfico.**

- El proceso de medición del terreno se realizó con un teodolito y prismas tomando en cuenta la distancia del río y de las viviendas.
- Dichas medidas se realizaron en terreno sostenible ya que mostraba presencia de arcilla y grava, donde se pretende ubicar el sistema de tratamiento secundario de aguas residuales.

<b>Cota</b>	<b>Pendiente</b>
2460.63	6.464 %
2459.15	
<b>Cota</b>	<b>Pendiente</b>
2459.15	4.771 %
2458.18	
2457.08	
2456.24	
2455.41	
2454.69	
2453.99	
2453.39	
2452.84	
2452.44	
<b>Cota</b>	<b>Pendiente</b>
2452.44	39.856%
2448.83	
2440.25	

Fuente: Elaboración Propia

Se muestran las medidas tomadas en campo donde se propondrá diseñar la planta de tratamiento.

### **3.2.3 RESULTADO DEL OBJETIVO 3: Realizar el diseño hidráulico del sistema de tratamiento primario de aguas residuales teniendo en cuenta sus características como el área, caudal máximo y volumen.**

#### **3.2.3.1 Cálculo de la Población Futura.**

$$Pf = Po (1 + r)^t$$

Según el INEI la población en el barrio el Milagro en el año 2001 fue de 3489 y en el año 2016 fue de 5782; valores que se usaron para hallar una tasa de crecimiento.

- **Cálculo de la Tasa de Crecimiento**

$$r = \sqrt[t]{\frac{Pf}{Po}} - 1$$

Datos:

Población futura (Pf) : 5782 hab

Población Inicial (Po) : 3489 hab

Periodo de diseño (t) : 15 años

Tasa de crecimiento (r) : 0.03425

- **Cálculo de la Población Actual**

$$Pa = Po (1 + r)^t$$

Población Inicial : 3489 hab

Periodo de diseño (t) : 02 años

Tasa de crecimiento (r) : 0.03425

Población Actual(Pa) : 6185 hab

- **Cálculo de la Población Futura para 25 años de Diseño**

$$Pf = Po (1 + r)^t$$

Población Inicial : 6185 hab

Periodo de diseño (t) : 25 años

Tasa de crecimiento (r) : 0.035564

Población Futura : 14354 hab

### 3.2.3.2 DATOS DE ENTRADA

- Características fisicoquímicas del agua**

Tabla 5. Relación entre la demanda química de oxígeno y la demanda bioquímica de oxígeno con la cual nos da a conocer el tratamiento a usarse.

Desecho Biodegradable-usar cualquier proceso biológico
$\frac{DBO}{DQO} > 0.4 ;$
Desecho Biodegradable-usar biofiltros o lagunas de estabilización
$0.4 > \frac{DBO}{DQO} \geq 0.2$
Desecho no Biodegradable o poco biodegradable-no usar métodos biológicos
$\frac{DBO}{DQO} < 0.2$

Tabla 6: Parámetros de análisis de laboratorio de las aguas residuales.

Parámetros	
pH	6.70
Sólidos totales en suspensión	310 mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):	130mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO):	241 mg/l
Coliformes fecales	24000000 NMP/100ml

- Para el diseño**

$$K1= 1.3$$

Figura 3. Observamos el coeficiente de variación para el caudal máximo diario que viene a ser 1.3 según el Ministerio de Economía y Finanzas.

$$K2= 1.8-2.5$$

Figura 4. Se muestra el coeficiente de variación para el caudal máximo horario, lo más usado es 1.5 pero para este diseño usamos el 2.5 optando por el más crítico; según el Ministerio de Economía y Finanzas.

Tabla 7. Valores usados para el cálculo de acuerdo a la Norma OS 070.

<b>C: Coeficiente de Retorno</b>	0.8
<b>k1: Coeficiente de caudal máximo diario</b>	1.3
<b>k2: Coeficiente de caudal máximo Horario</b>	1.8-2.5
<b>k3: Coeficiente de caudal mínimo horario</b>	0.5

Tabla 8: Resultados de población, dotación y coeficientes según la demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno.

<b>DBO/DBQ&gt;0.4</b>	0.5394
Población Inicial (Po)	6185 habitantes
Población Futura (Pf)	14354 habitantes
Dotación	125 l/hab/día
Coef. de Q de var. Max. Diaria (K1)	1.20 – 1.50 = 1.3
Coef. de Q de var. Max. Hora (K2)	1.80 – 2.50 = 2.5 usamos el más (crítico)
Coef. de Q mínimo horario (K3)	0.5
Coef. De retorno agua residual	0.8

- Caudal de desechos domésticos**

$$Q_{med} = \frac{Población * Dotación * Coeficiente de retorno}{86400}$$

$$Q_{med} = \frac{14354 * 125 * 0.8}{86400}$$

$$Q_{med} = 16.61 \text{ lt/s}$$

$$Q_{maxh} = Q_{med} * k2$$

$$Q_{maxh} = 41.53 \text{ lt/s}$$

$$Q_{minh} = Q_{med} * k3$$

$$Q_{minh} = 8.31 \text{ lt/s}$$

Tabla 9: Datos del caudal de diseño.

<b>AÑO</b>	<b>MINIMO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>MAXIMO</b>
<b>2018</b>	3.58 Lt/s	7.16 Lt/s	17.90 Lt/s
<b>2043</b>	8.31 Lt/s	16.51 Lt/s	41.53 Lt/s

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10 se muestra los caudales mínimos, medios y máximos para un diseño de 25 años

### 3.2.3.3 DISEÑO DE LA CAJA DE ENTRADA (DISIPADOR)

Esta caja servirá para realizar las inspecciones y disipar la energía para disminuir la velocidad.

Diámetro de llegada del emisor: 10" = 0.254m

Tabla 10: Cálculos y dimensiones de la caja de entrada (disipador)

Largo del Canal	0.80 m
Ancho del Canal	0.80 m
Fondo de Pozo	0.15 m
Velocidad de la Red	2.73 m/s
Ancho del Canal de llegada	0.30 m $0.30 < b < 0.70$
Ángulo de Transición	12.50°
Tiempo de partida	0.175 seg $t = \sqrt{\frac{2 * y}{g}}$
Distancia a la que debe ir la pantalla	0.50 m



	$X = V * t$
Altura de la Pantalla	0.40 m
Transición al Canal de Entrada	1.15 m $\text{Log. De Transición} = \frac{(bcajón - bcanal)}{(2 * \tan 12.5)}$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro se detallan las dimensiones de la caja disipadora que disminuirá la energía del flujo y estabilizará la velocidad; con el objetivo que en el proceso de sedimentación se lleve a cabo ya que las partículas se sedimentan cuando la velocidad del agua que las transportan es baja

### 3.2.3.4 DISEÑO DEL CANAL DE ENTRADA

Para el dimensionamiento del canal de entrada al pretratamiento se elige transportar el agua mediante un canal rectangular

Tabla 11: Cálculos y dimensiones del canal de entrada.

Pendiente del Canal de Entrada $S \geq 0.5\%$	2%
Velocidad $V > 0.6 \text{ m/s}$ (A caudal medio)	
Velocidad $V < 2.5 \text{ m/s}$ (A caudal máximo)	
Coeficiente de rugosidad	0.014
Verificación de la velocidad para el caudal de diseño	$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$ $y = 0.212 \text{ m}$ $A = 0.0636 \text{ m}^2$ $P = 0.724 \text{ m}$ $R = 0.08785 \text{ m}$

	$V = 1.996 \text{ m/s}$
Límites de la velocidad según Krocín	0.7 - 2.0 m/s
Altura de seguridad	0.45m
Altura del Canal	0.60m
Ancho del Canal	0.30 m
Tirante del Canal	0.212 m
Longitud del canal	$1.10 = 1.20\text{m}$

Fuente: Elaboración Propia

El canal rectangular tiene por dimensiones las siguientes: como alto del canal tiene 0.60 con la cual se calcula la longitud del canal que viene a ser el doble de la altura y con un ancho de 0.30 como a la entrada.

### 3.2.3.5 DISEÑO DE REJILLAS

Tabla 12: Datos para el diseño de Rejillas

Caudal Máximo Horario	41.53 lt/s
Caudal Medio	16.61 lt/s
Caudal Mínimo Horario	3.58 lt/s
Espesor de barra “e” (pulg)	$\frac{1}{4}$ “
Ancho de las barras “a” (pulg)	1”
Separación entre barras “s” (pulg)	1”
Ángulo de inclinación de las barras	$45^\circ$
Velocidad de Entrada VRL	0.30 m/s
Velocidad de Entrada VRS	0.60 m/s
Forma de Barra	rectangular
Valor de $\beta$	2.42
Coef. Rugosidad (n)	0.014
Valor de $\alpha$	$\frac{0.023}{\text{lt/m}^3}$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13: *Cálculo del diseño de Rejillas.*

a) Cálculo de la eficiencia (E)	$s/(s+a) = 0.8$
b) Cálculo del Área Útil (Au)	$Q_{\max}/V_{\max} = 0.07 \text{ m}^2$
c) Cálculo del Área Total (A)	$A_u/E = 0.09 \text{ m}^2$
d) Cálculo del Ancho del Canal (b)	$(c/s-1)(s+a)+s \quad b = 0.60 \text{ m}$
e) Cálculo del número de barras (n)	$(b-s)/(a+s) \quad n = 10 \text{ und}$
f) Cálculo del tirante (y)	$A/b \quad y = 0.144 \text{ m}$
g) Cálculo de la pendiente del canal y verificación de velocidades.	$Q = \frac{A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$ $S = 0.1008\% \quad A = 0.10 \quad R = 0.10$ $V = 0.60 \text{ m/s}$
h) Dimensionamiento del canal By Pass	$H = H_1 + y$ $H_1 = 0.20 \quad H = 0.3$ $Q = 1.70 * L * H^{1.5}$ $L = 0.27 \text{ m}$
i) Pérdida de Carga en las rejillas	$V_2 = 2 * V_{\max} \quad V_2 = 1.20 \text{ m/s}$ $V_1 = E * V_{\max} \quad V_1 = 0.48 \text{ m/s}$
j) Altura de la rejillas	$y + B_1 = \text{tomamos } B_1 = 0.10$ $H_{\text{rej}} = 0.60 \text{ m}$
k) Longitud de la rejillas	$H/\sin\theta = 0.90$
l) Volumen de agua diaria	$Vol = 3588.50 \text{ m}^3$
m) Volumen del material retenido	$\alpha(Vol) = 0.083 \text{ m}^3$

n) Longitud del canal	<p>Asume <math>t = 3</math> seg</p> <p><math>(Q \cdot t) / (b \cdot H_{rej})</math></p> <p><math>L = 1.10</math> m</p>
o) Resumen	<p><math>b = 0.60</math> m</p> <p><math>n = 10</math> und</p> <p><math>\phi = 1.0</math> pulg</p> <p><math>s = 1.0</math> pulg</p> <p><math>L = 1.10</math> m</p>

Fuente: Elaboración Propia

Se diseñó las rejillas con el propósito de que en él queden retenidos los sólidos mayores a una pulgada ya que el agua residual contiene una variedad de sólidos de distintas formas y tamaños pasando al desarenador los sólidos sedimentables serán menores a 0.08 centímetros de diámetro.

### 3.2.3.6 DISEÑO DE DESARENADOR

Tabla 14: Datos para el Diseño del Desarenador

Caudal máximo horario	m <sup>3</sup> /s	0.4153
Caudal medio	m <sup>3</sup> /s	0.1661
Caudal mínimo horario	m <sup>3</sup> /s	0.0358
∫ Densidad	gr/cm <sup>3</sup>	0.99913
Diámetro de las partículas		0.20 cm
∫ arena (∫s)	gm/cm <sup>3</sup>	2.65
Temperatura		15 °C
$\gamma$ (viscosidad) (u)		0.011457 cm <sup>2</sup> /s
Gravedad		9.81 cm/s

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15: Cálculo del diseño de desarenador.

a) Cálculo de la Velocidad de sedimentación	$V_s = 0.22 \left[ \left( \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right) * g \right]^{\frac{2}{3}} * \left( \frac{d}{\left( \frac{\gamma}{\rho} \right)^{\frac{1}{3}}} \right)$ $V_s = 10.770 \text{ cm/s}$
b) Cálculo del # de Reynolds	$Re = \frac{V_s * d}{\gamma}$ $Re = 75.201$
c) Velocidad de Arrastre	$V_a = 161 * d^{\frac{1}{2}}$ $V_a = 45.54 \text{ cm/s}$
d) Sección transversal	$Q = AT * VH \quad AT = B * H = 2H^2$ $H = \sqrt{\frac{AT}{2}} \quad AT = \frac{Q}{VH}$ $AT = 0.18 \text{ m}^2$
e) Cálculo de la profundidad H y en ancho de caída B de la zona de sedimentación.	$H = \sqrt{\frac{AT}{2}} \quad B = 2H$ $H = 0.6 \text{ m} \quad B = 1.20 \text{ m}$
f) Área superficial de la zona de sedimentación	$A_s = \left( \frac{VH}{V_s} \right) * AT$ $A_s = 0.386 \text{ m}^2$
g) Longitud de la zona de sedimentación	$L = \frac{A_s}{B}$ $L = 0.321 \quad \text{Long. Efect} = 1.25 L$ $\text{Long. Efect.} = 1.225 = 1.25$

h) Dimensionamiento del canal By Pass	$A = b * h = 2h^2$ $h = \sqrt{\frac{A}{2}}$ $h = 0.3 \text{ m}$ $b = 0.6 \text{ m}$
i) Carga de agua del vertedero de salida	$H2 = \left[ \frac{Q}{1.84 * B} \right]^{\frac{2}{3}}$ $H2 = 0.071 \text{ m}$
j) Velocidad de paso por el vertedero	$V = 1.8 * H2^{\frac{1}{2}}$ $V = 0.479 \text{ m/s}$
k) Caída del fondo de sedimentación	$h' = 0.05 * (L - 0.30)$ $h' = 0.048 \text{ m} = 0.10 \text{ m}$

Fuente: elaboración propia.

Se realizó el diseño del desarenador con la finalidad de retener las arenas que son transportadas por las aguas servidas con el fin de evitar que ingresen y obstruyan el correcto funcionamiento de las estructuras que se van a realizar después del desarenador.

### 3.2.3.7 DISEÑO DE LA CANALETA PARSHALL

Tabla 16: Datos para el diseño de la Canaleta Parshall

Caudal máximo horario	41.53 l/s
Caudal medio	16.61 l/s
Caudal mínimo horario	3.58 l/s

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17: Cálculo del diseño de la Canaleta Parshall.

Dimensionamiento de la Canaleta Parshall	
a) Cálculo del ancho del medidor	$W = 9 \text{ pulg.} = 0.229 \text{ m}$
b) Profundidad del agua para los tres caudales.	$H = \left( \frac{Q}{K} \right)^{\frac{1}{n}}$ $H_{\text{max}} = 0.19 \text{ m}$ $K = 1.054$ $H_{\text{med}} = 0.10 \text{ m}$

	$n = 1.538$ $H_{min} = 0.04$
c) El resalto que deberá darse al medidor Parshall	$Z = \frac{Q_{m\acute{a}x} * H_{m\acute{i}n} - Q_{m\acute{i}n} * H_{m\acute{a}x}}{Q_{m\acute{a}x} - Q_{m\acute{i}n}}$ $Z = 0.023 \text{ m}$
d) Hallamos el tirante de la canaleta	$Y = H_{max} - Z \quad Y = 0.32\text{m}$ <p>Asumiento <math>V = 0.30\text{m/s}</math></p> $b = \frac{Q_{max}}{V * Y} \quad b = 1.33\text{m}$
e) Verificación de Velocidades	$H_{max} = 0.17 \text{ m} \quad V = 0.12 \text{ m/s}$ $H_{med} = 0.10\text{m} \quad V = 0.07 \text{ m/s}$ $H_{min} = 0.03 \text{ m} \quad V = 0.03 \text{ m/s}$
f) Dimensiones de la canaleta Parshall	$A = 88.00 \text{ cm} \quad E = 61.00 \text{ cm}$ $2A/3 = 58.67 \text{ cm} \quad F = 45.70 \text{ cm}$ $B = 86.40 \text{ cm} \quad G = 61.00 \text{ cm}$ $C = 45.70 \text{ cm} \quad K = 6.90 \text{ cm}$ $D = 57.50 \text{ cm} \quad N = 17.10 \text{ cm}$

Fuente: Elaboración Propia

Posterior al desarenador se diseñó la canaleta Parshall usado para medir el flujo en ríos canales y/o desagües la cual viene a ser el caso de la presente investigación usarla en aguas residuales para el aforo del caudal.

### 3.2.3.8 DISEÑO DEL REACTOR ANAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE

Tabla 18: Datos para el Diseño del Reactor anaeróbico de Flujo Ascendente.

Caudal máximo horario	41.53 l/s
Caudal medio	16,6l/s
Caudal mínimo horario	3.58 l/s

Temperatura del agua residual (°C)	Tiempo de residencia hidráulica	
	Promedio diario	Mínimo (durante 4-6 h)
16-19	10-14	7-9
22-26	7-9	5-7
> 26	6-8	4-5

Figura 5. Se muestra el tiempo de residencia hidráulica de aguas residuales teniendo como factor determinante el intervalo de temperatura según (Metcalf y Eddy, 2000)

Tipo <sup>a</sup>	Tipo de agua residual <sup>b</sup>	DQO mg/L afluente	TCO <sup>c</sup>	% Remoción DQO total	% Remoción anaerobia DQO	% Remoción aerobia DQO	TRH <sup>d</sup> total (h o d)	TRH <sup>d</sup> anaerobia (h o d)	TRH <sup>d</sup> aerobia (h o d)
UASB + CSRT	Entintado ácido de lana	489 - 2000	-	83 - 97	51 - 84	-	3.3 d	17 h	-
UASB + CSRT	Molienda de textiles de algodón	604 - 1038	-	45 - 85	9 - 51	-	5.75 d	30 h	4.5 d
2 UASB + CSRT	Lechada de residuos sólidos alimenticios	5400 - 20000	4.3 - 16	96 - 98	59 - 79	85 - 89	5.75 d	1.25 d	4.5 d
UASB + CSRT	Efluente de la industria de la pulpa y el papel	5500 - 6600	16	91	85	-	11.54 h	5 h	6.54 h
UASB + CSRT	Agua residual de la industria farmacéutica	3000	3.6	97	68 - 89	71 - 85	-	-	-
UASB + LA	Agua residual municipal + agua residual de molienda de aceitunas	1800 - 4400	3 - 7	95 - 96	70 - 90	>60	28.3 h	14.7 h	13.6 h
UASB + LA	Agua residual municipal	386 - 958	-	85 - 93	69 - 84	43 - 56	6.8 h	4 h	2.8 h

Figura 6. Se muestra las características de cada tratamiento anaeróbico y anaerobio junto con el tiempo de retención hidráulica en base al tipo de agua residual, según (Chang, et. al., 2009)

Tabla 19: Cálculo del diseño del RAFA.

a) Cálculo de las dimensiones del reactor	
a.1) Volumen del reactor	$VR = Q * TDH$ $VR = 956.93 \text{ m}^3$
a.1) Área del Reactor	$AR = \pi * R^2$ $AR = 490.87 \text{ m}^2$
a.2) Altura efectiva del reactor	$H = \frac{VR}{AR}$



	$H = 0.97 \text{ m} = 1 \text{ m}$
a.3) Carga hidráulica	$CH = \frac{Q}{AR}$ $CH = 0.30 \text{ m/h}$
a.4.) Velocidad del flujo en la campana	$VF = 4 * CH$ $VF = 1.22 \text{ m/h}$
b) Separador de g – l – s	
b.1) Área de abertura	$A_{abertura} = \frac{Q}{VF}$ $A_{abert.} = 122.72 \text{ m}^2$
b.2) Área de sección transversal de la campana	$A_{camp.} = AR - A_{abertura} = \pi * Rc^2$ $Rc = 10.83 \text{ m}$ (radio mayor de la campana) $A_{camp} = 368.16 \text{ m}^2$
b.3) Ancho de la abertura	$WA = RR - Rc$ $WA = 1.67 \text{ m}$
b.4) Ángulo de inclinación de la campana ( $\alpha$ )	$60^\circ$
b.5) Altura de la campana	$HG = WG * \tan \alpha$ $HG = 16.15 \text{ m}$
b.6) Traslapo	$Tv = 1.5 * WA$ $Tv = 2.51 \text{ m}$
b.7) Ancho de los deflectores	$WD = Tv + WA$ $WD = 4.19 \text{ m}$
b.8) Longitud de los deflectores	$LD = 2WD * \tan(45^\circ)$ $LD = 8.37 \text{ m}$
c) Porcentaje de Remoción	$\% \text{ de Remoción de DBO5} = 2T + 20$ $2(15.27) + 20 = 50.54$ $65.70 \text{ mg/l}$

Fuente: Elaboración Propia

El reactor anaeróbico de flujo ascendente es el que se va a encargar del proceso biológico que requiere un pretratamiento adecuado del agua residual a tratar para su buen funcionamiento, ya que de ocurrir lo contrario, podría presentarse obstrucciones en las tuberías de alimentación, cono esto se pretende disminuir la cantidad de contaminantes para así poder cumplir con la normativa vigente que se exige para efluentes a cuerpos de agua.

#### IV. DISCUSIÓN.

**4.1** En la presente investigación se examinó la calidad de las aguas residuales domesticas del barrio el milagro en el Distrito de Independencia que desembocan hacia el Rio Santa sin ningún tipo de tratamiento ni medidas para preservar el medio ambiente, el recurso hídrico como la calidad de vida de los pobladores que habitan dentro de la zona que cada año afecta más al medio ambiente como a la calidad de vida de los habitantes del Barrio el Milagro, se procedió a captar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de acuerdo al procedimiento de la toma de muestras del laboratorio, para posteriormente una vez obtenidos los resultados de los parámetros requeridos poder comparar de acuerdo a los límites máximos permisibles (LMP) ya establecidos que se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 2: Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas residuales (PTAR)

Parámetro	Unidad	LMP de efluente para vertidos a cuerpos de agua
Aceites y Grasas	mg/L	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5 – 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	< 35

Fuente: D.S N° 003-2010-MINAM

### PRIMERA MUESTRA (PUNTO DE DESMBOCADURA)

Tabla 3: Resultados del análisis de aguas residuales que se entregó al laboratorio para mayor detalle revisar el anexo 1.

PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR	LÍMITE
Aceites y Grasas	mg/l	9.03	20
pH	Und pH	6.70	6.5 – 8.5
Sólidos Total en suspensión	mg/l	310	150
Temperatura	°C	18.8	<35
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO5	130	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	241	200
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	24000000	10000

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede contemplar que los valores con respecto a la demanda bioquímica, química de oxígeno y los coliformes fecales o termotolerantes son mayores a los límites máximos permisibles establecidos, por la cual este proyecto tiene como finalidad reducir dichos parámetros que afectan al medio ambiente como la calidad de vida de los habitantes del Barrio El Milagro de acuerdo a las normativas vigentes.

En la segunda toma de muestras de Aguas Residuales a 100 metros río arriba del punto de desembocadura los valores obtenidos cumplen de acuerdo a los límites máximos permisibles establecidos excepto los coliformes termo tolerantes que tiene un valor de 24000000 NMP/100ml siendo el límite máximo permisible de 10000NMP/100ml, por lo tanto, se puede manifestar que las aguas del Río Santa se halla en un estado altamente contaminado lo cual no es apto para el consumo humano, pero a pesar de ello los pobladores aledaños a los puntos de desembocadura mencionadas se exponen ante las diferentes enfermedades estomacales, dérmicas, entre otros ya que realizan actividades como: pesca artesanal, crianza de animales (pollos, cerdos) y lavado de ropa.

**4.2** Tenemos por conocimiento que para realizar un proyecto se requiere de un terreno apropiado para desarrollar dicho proyecto valga la redundancia, ya que el presente proyecto de investigación se refiere a una propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales, se debería de tomar en cuenta las fajas marginales mínimas establecidas.

De acuerdo a la norma OS 090 (2009) nos menciona que: “500 mts como mínimo para tratamiento anaeróbico; 200 mts para lagunas facultativas; 100 mts para sistema de lagunas aeradas y 100 mts como mínimo para los lodos activados y filtros percoladores; en casos excepcionales se tomara como faja marginal de 30 mts como min del borde del rio, de no haber faja marginal se tomara medidas de protección como defensas ribereñas.

En la parte topográfica encontramos pendientes de 3% a 5 % desde el ultimo buzón encontrado hasta el terreno donde se pretende realizar el sistema de tratamiento; la pendiente empieza a aumentar en un 15 %, a medida que se descende hacia el rio, pero el percance que encontramos es que las viviendas de los habitantes del barrio el Milagro están cerca de la desembocadura de las aguas residuales lo cual no estaría cumpliendo de acuerdo a las normas establecidas.

**4.3** Los resultados que obtuvimos con respecto al intervalo de tiempo de retención hidráulica se tomaron en cuenta en función a las aguas residuales para el tratamiento y al DQO como también la temperatura del mes más frio.

Según Davalo y tuny (2011) en su tesis nos menciona que “Determinación de la eficiencia para diferentes tiempos de retención hidráulica en un reactor uasb y su post-tratamiento con plantas acuáticas (jacinto de agua) tratando agua residual doméstica a escala de laboratorio del cual se observó que uno de los puntos más relevantes a tener en cuenta es el caudal de operación del cual depende del Tiempo de Retención Hidráulica (TRH), obtuvimos información respecto a TRH de la mano de la asesora temática se definió que los TRH para el Reactor UASB de la presente investigación será de 24, 14 y 4hrs, por lo cual el caudal de operación fue de : 0.59 mlls, 0.97 mlls y 3.48 respectivamente ( 50.15 Lldia, 84.53 Lldia, 295.05 Lldia)”, del cual nos menciona el tiempo de retención hidráulica.

De acuerdo al volumen del Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente, la norma OS 090 nos menciona lo siguiente “El volumen para el RAFA para aguas

residuales se recomienda diseñar un sistema modular con unidades en paralelo. Se recomienda módulos con un volumen máximo de 400 m<sup>3</sup>. En ninguna circunstancia se deberá proyectarse módulos mayores a 1500 m<sup>3</sup> para beneficiar la operación y mantenimiento de los mismos” (OS 090,2009, p57.)

En la investigación se proyectaron módulos de 1200 m<sup>3</sup> estando de acuerdo con los parámetros y guía de diseño de acuerdo a las normativas, no se deberá proyectar módulos para 400 m<sup>3</sup>, ya que las estructuras estarán en similar posición y aparte se tendría que realizar 8 módulos por lo que el terreno disponible no abarcaría.

Los resultados obtenidos de la supresión o remoción fueron de 50% la cual discrepa con:

López (2013), En su tesis “Evaluación del Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Propuesta para la Localidad de Cosautlán de Carvajal, Veracruz quien; concluyó que el sistema de tratamiento a base de reactor RAFA es viable en cuanto a la eficiencia, presentando un 75% para SST, del 82.36% para DBO y de 82.36% para DQO”.

Montes y Herrera (2017), En su tesis “Diseño, construcción y evaluación de un reactor anaeróbico para el tratamiento de las aguas residuales de un beneficio húmedo de café quien; concluyó que el UASB disminuyó la magnitud de la DQO del agua tratada en un promedio de 5443 mg/L, lo cual corresponde a una eficiencia de 27%”.

Según ambas ponencias podemos decir que los porcentajes tanto como López y Montes y Herrera tuvieron un porcentaje de 86.36 % y 27 % respectivamente, y en la presente investigación obtuvimos un resultado un 50% tomando como punto principal la temperatura.

## V. CONCLUSIONES

- Las tomas de muestras de aguas residuales nos permitieron conocer los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, después de ser evaluados en el laboratorio, de la cual se interpreta que algunos parámetros no coinciden dentro de los límites máximos permisibles de acuerdo al D.S. N° 003-2010-MINAM para efluentes de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales.

Asimismo, permitió realizar los cálculos y diseños de una planta de tratamiento de aguas residuales con el objetivo de tratar las aguas residuales desembocadas hacia el Rio Santa y así poder reducir la contaminación paisajística, hídrica y poder dar una mejor calidad de vida hacia los habitantes del Barrio El Milagro.

- El levantamiento topográfico del terreno donde se propone realizar el proyecto se desarrolló con los equipos y materiales apropiados en el cual se obtuvieron datos como las cotas, pendientes y forma del terreno donde hasta la actualidad no se ha tomado ninguna medida de prevención referente al vertimiento de aguas residuales domésticas en El Barrio El Milagro del Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Ancash.

- Los diseños se realizaron en oficina teniendo presente los lineamientos básicos que menciona la normativa vigente, por lo cual se diseñaron la cámara disipadora en la que el número de Froude nos arrojaba el valor mayor a 1 y esto se interpreta como un flujo supercrítico, posteriormente se diseñó el canal de entrada que conecta con el desarenador sin embargo primeramente atravesara por una cámara de rejillas, un medidor parshall para el aforo y el reactor anaeróbico de flujo ascendente (RAFA) en el cual se determinó el porcentaje de eliminación y se contempló que cumple con las normas vigentes.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se aconseja innovar más soluciones para el tratamiento de aguas residuales domésticos en diferentes zonas del país para así poder mejorar tanto el desarrollo social y ambiental que hoy en día es importante proteger.
- Se recomienda realizar una evaluación respecto a la desembocadura de las aguas residuales que son vertidas al Rio Santa ya que si no se toman medidas en un tiempo estimado las consecuencias serían degradables para todo el entorno que lo conforma.
- Se sugiere realizar una evaluación de salud a las personas aledañas que viven cerca de la desembocadura de las aguas residuales y una concientización sobre estas, ya que en las visitas al lugar del proyecto se observó que infantes jugaban cerca de la desembocadura de las aguas residuales, así como la crianza de animales de granja las cuales son perjudiciales para los humanos, porque pueden contraer enfermedades gastrointestinales.
- Se sugiere seguir investigando referente al tema de tratamiento de aguas residuales para así poder sacar algún beneficio del agua ya tratada como por ejemplo el riego de parques, abono para las plantas entre otras y así no estar desperdiciando agua potable apta para el consumo humano ya que en un futuro lo que valdrá más será el agua y no el oro.
- Se sugiere a la población no tener contacto con las aguas del rio santa ya que son muy peligrosos y que los niños en las visitas al lugar del proyecto observamos que jugaban con el agua contaminante, así mismo se sugiere también sensibilizar para que no arrojen basura y no seguir incrementando la contaminación que nos afecta a todos.

## **VII. PROPUESTA**

En la presente Investigación se llegó a la finalidad de proponer el diseño de un reactor anaeróbico de flujo ascendente ya que sus características para el diseño son adecuadas al terreno y para el tratamiento de aguas residuales en el Barrio el Milagro-Distrito de Independencia-Provincia de Huaraz-Ancash 2018, debido que se puede reducir los agentes biológicos contaminantes hasta en un 50%, lo cual es un valor muy bueno para el medio ambiente, recurso hídrico(Rio Santa) como la calidad de vida de los pobladores existentes.

Se propone crear un sistema de tratamiento adecuado y cumpliendo las normativas vigentes utilizando un reactor anaeróbico de flujo ascendente reduciendo la emisión de Demanda Bioquímica de Oxígeno, así como la Demanda Química de Oxígeno siendo esta una solución para la alta contaminación al recurso hídrico, paisajístico como también en la salud de los pobladores residentes que están cerca del problema.

Se puede proponer también rehusar el producto final del tratamiento de las aguas residuales ya sea en uso de riego de parques como también en fertilización de plantas, chacras entre otros, esto ayudaría a contribuir con el medio ambiente ya que no estaríamos desperdiciando agua potable, así como nos ayudaría en el aspecto económico donde no estaríamos gastando en pagos excesivos por fertilizantes.

Se propone mantener al área del proyecto limpia y fuera de basura y desemboco de aguas residuales hacia el Rio Santa que hasta el día de hoy no se realiza ningún cambio, y esto es perjudicial para todo el entorno para ello se deberá tomar medidas de prevención como un sistema de tratamiento ya sea primario secundario y/o terciario con la cual se logre reducir la contaminación.



### **V.III REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

**ARCE**, Jáuregui, Luía. Urbanizaciones sostenibles: descentralización del tratamiento de aguas residuales residenciales. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Lima: Pontificia Universidad católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería, 2013, 90 pp.

**DÁVALOS**, Rene y **TUNY**, Frank. Determinación de la eficiencia para diferentes tiempos de retención hidráulica en un reactor uasb y su post-tratamiento con plantas acuáticas (jacinto de agua) tratando agua residual doméstica a escala de laboratorio. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2011. 269pp.

**DÍAZ**, Heidy y **CABALLERO**, Jhon. Simulación de una planta de tratamiento de aguas residuales y su análisis Técnico - económico - tesis ambiental en la ciudad de Iquitos mediante el uso de Super pro Designer V6 – 2015. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Químico). Amazonas: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2015. 156pp.

**ESPINOZA**, Paz, Ramón. Planta de tratamiento de aguas residuales en san juan de Miraflores. Tesis para optar Maestría en Gestión y Auditorías Ambientales. Piura: Universidad de Piura, facultad de ingeniería, 2010, 264 pp.

**GÁLVEZ**, Fernández, José. Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales sector cuatro caminos y diseño del mercado de la aldea el pajón, municipio de santa Catarina Pinula, departamento de Guatemala. Tesis para obtener el título de ingeniería civil. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería, 2007, 139 pp.

**LEON**, Pinto, José. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales en los aeropuertos internacionales de Iquitos y Arequipa. Tesis para optar el Título Profesional de ingeniero civil. Lima: Universidad Nacional de ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2007,170 pp.

**LIZARAZO**, Becerra, Jenny. Sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia. Tesis para optar al título de Especialización en Administración en Salud Pública. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina, Especialización en Administración en Salud Pública, 2013, 82 pp.

**LOPEZ**, Hernández, Rodrigo. Planta de tratamiento de aguas residuales para reusó en riego de parques y jardines en el distrito de la esperanza, provincia Trujillo. La libertad. Tesis para obtener el título de ingeniero civil. Trujillo: Universidad privada Antenor Orrego, facultad de ingeniería, 2015, 141 pp.

**QUIROZ** Pedraza, Pedro. Planta de tratamiento de aguas residuales para regadío en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Químico. Lima: Universidad Nacional Mayor de San marcos, facultad de química e ingeniería química, 2009.172 pp.

**MIGLIO**, Rosa. Tratamiento en aguas y reusó en riego. Lima: Universidad nacional Agraria la Molina, escuela de ingeniería agrícola, 2000. 150 pp.

**MORÁN**, Villela, Diego. Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de San Juan Chamelco, alta Verapaz. Tesis para optar el título de ingeniero ambiental. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, facultad de ciencias ambientales y agrícolas, 2014. 118 pp.

**RAMOS**, López, Paul. Implementación de una planta de tratamiento de aguas servidas en la localidad de huaca III etapa en el distrito de santa, basada en el diseño hidráulico. Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero civil. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, facultad de ingeniería, 2015, 114 pp.

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (Perú). OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales. DS N° 011-2006-VIVIENDA, 65 pp.

**LOOSE**, Dirk. Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento. Lima: Tarea Asociación Gráfica Educativa, 2015. 150 pp.

ISBN: 2015-16066

**NOYOLA**, Adalberto, **VEGA**, Eduardo y **CALDERÓN**, César. Alternativa de tratamiento de aguas residuales. 3a ed. México: IMTA, 2000. 398 pp.

ISBN: 968-7417-36-6

**DÁVALOS**, Rene y **TUNY**, Frank. Determinación de la eficiencia para diferentes tiempos de retención hidráulica en un reactor uasb y su post-tratamiento con plantas acuáticas (jacinto de agua) tratando agua residual doméstica a escala de laboratorio. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2011. 269pp.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO N° 01: INSTRUMENTO FICHA DEL LABORATORIO.



#### INFORME DE ENSAYO AG180047

**CLIENTE** Razón Social  
 Dirección  
 Atención  
**MUESTRA** Producto declarado  
 Matriz  
 Procedencia  
 Ref./Condición  
**MUESTREO** Responsable  
 Referencia:  
**LABORATORIO** Fecha de recepción  
 Fecha de análisis  
 Cotización N°

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Q - A
					Fecha de muestreo	11/02/2018
					Hora de muestreo	18:00
					Código del Laboratorio	AG180057
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>						
FQ1	Acetatos y Grasas	mg/l	APHA 5520 B (*)	1		
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B - Versión 2012 (*)			
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1		
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)			
<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO</b>						
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B (*)	1		
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25		
<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS</b>						
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C (*)	< 2		

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

Leyenda: APHA: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

## ANEXO N° 02; Resultados del muestro de aguas residuales evaluados en el laboratorio.

- Punto de Desembocadura de las Aguas Residuales.



### INFORME DE ENSAYO AG180403

**CLIENTE**  
 Razón Social : HIDALGO NOLASCO CARLOS ALBERTO  
 Dirección : Av. Independencia N° 985 Barrio del Milagro  
 Atención : Hidalgo Nolasco Carlos Alberto  
**MUESTRA**  
 Producto declarado : Agua Residual  
 Matriz : Aguas Residuales - Agua Residual Domestica  
 Procedencia : Av. Independencia Barrio El Milagro  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180282  
**MUESTREO**  
 Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia : No indica  
**LABORATORIO**  
 Fecha de recepción : 16 /Octubre/2018  
 Fecha de análisis : 16 de Octubre al 23 de Octubre/2018  
 Cotización N° : CO180625

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M 01
					Fecha de muestreo	16/10/2018
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	15:05
					Código del Laboratorio	AG180581
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ01	Aceites y Grasas	mg/l	APHA 5520 B	1		9.03
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B.-Versión 2012	.....		6.70
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B	1		310
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B	.....		18.8
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		130
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico	25		241
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM03	Coliformes totales	NMP/100 ml	APHA 9221 B	2		24000000

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CCP N° 604

Huaraz, 23 de Octubre de 2018

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
 Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash. Telef. 421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005  
 E-mail: labcam@hotmail.com

Página 1 de 1

- PUNTO 2 A 100 metros rio abajo del punto de desembocadura.



### INFORME DE ENSAYO AG180441

**CLIENTE** Razón Social : HIDALGO NOLASCO CARLOS ALBERTO  
 Dirección : Av. Independencia N° 985 Barrio el Milagro  
 Atención : Hidalgo Nolasco Carlos Alberto  
**MUESTRA** Producto declarado : Agua Residual  
 Matriz : Aguas Residuales - Agua Residual Domestica  
 Procedencia : Río Santa - Barrio el Milagro  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180315  
**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia : No indica  
**LABORATORIO** Fecha de recepción : 26 /Noviembre/2018  
 Fecha de análisis : 26 de Noviembre al 03 de Diciembre/2018  
 Cotización N° : CO180758

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M 01
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	26/11/2018
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	16:00
					Código del Laboratorio	AG180619
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ01	Acetatos y Grasas	mg/l	APHA 5520 B	1		1.3
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B.-Versión 2012	.....		6.82
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D	1		45
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B	.....		19.6
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		16
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico	25		30
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM03	Coliformes totales	NMP/100 ml	APHA 9221 B	2		24000000

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

Huaraz, 03 de Diciembre de 2018

MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 COP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

## ANEXO N° 03: AFORO DEL CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES

### Cálculo del Caudal

- **Por Manning**

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

n = Rugosidad

A = Área (m<sup>2</sup>)

R = Radio hidráulico = Área de la sección húmeda / Perímetro húmedo

Datos

n : 0.014

A : 0.00914

R : 0.0354

S : 0.3275

- **Método Volumétrico**

Tabla 20 Aforo del caudal por el método volumétrico

N° de Veces	1	2	3	4	5	6	7	8
Volumen (litros)	81.15	76.65	56	54.55	52.15	55	47.25	58
Tiempo (segundos)	2.15	1.87	1.52	1.43	1.31	1.37	1.25	1.63
Q (caudal lit/seg)	37.7442	40.9893	36.8421	38.1469	39.8092	40.1460	37.8000	35.5828

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se muestra el aforo del caudal por el método volumétrico

Q lit/seg = 38.4147

Q (m<sup>3</sup>/s) = 0.038415

## Determinación del Régimen del Flujo

- **Número de Froude**

$$F = \frac{V}{\sqrt{g * y_1}}$$

F: Número de Froude

V: Velocidad

g: Aceleración de la Gravedad

y: Profundidad hidráulica A/T

- **Cálculo de la Velocidad**

$$V = \frac{1}{n} x R^{2/3} x S^{1/2}$$

Datos:

n : 0.014

R : 0.03546

S : 0.3275

V: 4.1182 m/s

- **Cálculo de la Profundidad Hidráulica**

$$Y_1 = \frac{A}{T}$$

Datos:

A : 0.009142

T : 0.215778

Y1 : 0.04237

- **Cálculo del Número de Froude**

Datos:

V : 4.11823 m/s

Y1 : 0.04237 m

g : 9.81 m/s<sup>2</sup>

F1 : 6.3878 > 1 el flujo es súper crítico

#### **ANEXO N° 04: POBLACIÓN**

Tabla 21: *Cantidad de habitantes por años en el Distrito de Independencia-Barrio El Milagro.*

	<b>Año</b>	<b>Población</b>
HUARAZ	<b>2001</b>	3489
	<b>2016</b>	5782
	<b>2018</b>	6,185

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

#### **ANEXO N° 05: DOTACIÓN DE AGUA**

Tabla 22: *Clasificación de climas por su temperatura*

TEMPERATURA MEDIA ANUAL °C	TIPO DE CLIMA
Mayor que 22	Cálido
De 18 a 22	Semicálido
De 12 a 17.9	Templado
De 5 a 11.9	Semifrio
Menor que 5	Frío

Fuente: Comisión Nacional del Agua



Tabla 23: *Dotación de agua potable por clima y número de habitantes.*

POBLACIÓN				TIPO DE CLIMA		
				CÁLIDO	TEMPLADO	FRÍO
DE	2500	A	15000	150	125	100
DE	15000	A	30000	200	150	125
DE	30000	A	70000	250	200	175
DE	70000	A	150000	300	250	200
DE	150000	A	MÁS	300	300	250

Fuente: Comisión Nacional de Agua

Tabla 24: *Dotación de agua potable*

POBLACIÓN	CLIMA	
	FRÍO	CÁLIDO
Rural	100	100
2000 a 10000	120	150
10000 a 50000	150	200
50000	200	250

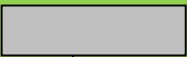






Fuente: Organización Mundial de la Salud

## ANEXO N° 06: CUADRO PARA DIMENSIONAR LA CAMARA DE REJAS

Tabla 25: *Eficiencia de las rejillas en función del espesor de las barras.*

ESPESOR DE LAS BARRAS (t)		EFICIENCIA: VALORES DE "E"			
		3/4	1	1 1/4	1 1/2
1/4	6 mm	0.750	0.800	0.834	0.857
5/16	8 mm	0.706	0.768	0.803	0.826
3/8	10 mm	0.677	0.728	0.770	0.800
7/16	11 mm	0.632	0.696	0.741	0.774
1/2	13 mm	0.600	0.667	0.715	0.755

Tabla 26: Valores de K según Kirschmer

SECCION		K	NOMBRE
		2.42	rectángulo
		1.83	trapecio
		1.79	circular
		1.67	ovoide
		2.03	trapecio
		0.92	helado
		0.76	rombo

Fuente:

Tabla 27: Material cribado retenido según abertura de cribas.

ABERTURA (m)	Cantidad (Litros de material cribado l/m3 de agua residual) ( $\alpha$ )
0.02	0.038
0.025	0.023
0.035	0.012
0.04	0.009

## ANEXO N° 07: DATOS PARA EL DESARENADO

Material	φ Limite de las partículas (cm)	# de Reynolds	Vs	Régimen	Ley Aplicable
Grava	>1.0	>10 000	100	Turbulento	$V_s = 1.82 \sqrt{dg \left( \frac{\rho_a - \rho}{\rho} \right)}$ Newton
Arena Gruesa	0.100	1 000	10.0	Transición	$V_s = 0.22 \left( \frac{\rho_a - \rho}{\rho} g \right)^{2/3} \left[ \frac{d}{(\mu / \rho)^{1/3}} \right]$ Allen
	0.080	600	8.3		
	0.050	180	6.4		
	0.050	27	5.3		
	0.040	17	4.2		
	0.030	10	3.2		
	0.020	4	2.1		
Arena Fina	0.015	2	1.5	Laminar	$V_s = \frac{1}{18} g \left( \frac{\rho_a - \rho}{\mu} \right) d^2$ Stokes
	0.010	0.8	0.8		
	0.008	0.5	0.6		
	0.006	0.24	0.4		
	0.005	1.0	0.3		
	0.004	1.0	0.2		
	0.003	1.0	0.13		
	0.002	1.0	0.06		
	0.001	1.0	0.015		

Relación entre diámetro de las partículas y velocidad de sedimentación

Figura 7. Se muestra el material a sedimentar, el diámetro de cada partícula, el régimen y la ley aplicable para el cálculo de la velocidad de sedimentación.

**DENSIDAD Y VISCOSIDAD DEL AGUA**  
 Calculadas de las tablas "International Critical"  
 u (multiplicar por  $10^2 \text{ cm}^2/\text{s}$ )

Temperatura °C	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Viscosidad u Cinematica
0	0.99987	1.7923
1	0.99993	1.7321
2	0.99997	1.6741
3	0.99999	1.6193
4	1.00000	1.5676
5	0.99999	1.5188
6	0.99997	1.4726
7	0.99993	1.4288
8	0.99988	1.3874
9	0.99981	1.3479
10	0.99973	1.3101
11	0.99963	1.2740
12	0.99952	1.2396
13	0.99940	1.2068
14	0.99927	1.1756
15	0.99913	1.1457
16	0.99897	1.1168
17	0.99880	1.0888
18	0.99862	1.0618
19	0.99843	1.0356
20	0.99823	1.0105
21	0.99802	0.9863
22	0.99780	0.9629
23	0.99757	0.9403
24	0.99733	0.9186
25	0.99707	0.8975
26	0.99681	0.8774
27	0.99654	0.8581
28	0.99626	0.8394
29	0.99597	0.8214
30	0.99568	0.8039
31	0.99537	0.7870
32	0.99505	0.7708
33	0.99473	0.7551
34	0.99440	0.7398
35	0.99406	0.7251
36	0.99371	0.7109
37	0.99336	0.6971
38	0.99299	0.6839
39	0.99262	0.6711

Figura 8. Se muestra la densidad y viscosidad de agua de acuerdo a la temperatura.

## ANEXO N° 08: CUADRO PARA DIMENSIONAR LA CANALETA PARSHALL

Tabla 28: *Medidores parshall con escurrimiento libre límites de aplicación.*

W		CAPACIDAD (l/s)	
(Pulg)	(cm)	Mínima	Máxima
0	0	0	0
3	7.6	0.85	53.8
6	15.2	1.52	110.4
9	22.9	2.55	251.9
12	30.5	3.11	455.6
18	45.7	4.25	696.2
24	61.0	11.89	936.7
36	91.5	17.26	1426.3
48	122.0	36.79	1921.5
60	152.5	62.8	2422.0
72	183.0	74.4	2929.0
84	213.5	115.4	3440.0
96	244.0	130.7	3950.0
120	305.0	200.0	5660.0

Tabla 29: *Medidor parshall: valores del exponente “n” y del coeficiente “k”*

W		n	K	
(Pulg/pies)	(m)		unid métrica	unid americana
3	0.076	1.547	0.176	0.099
6	0.152	1.580	0.381	2.060
9	0.229	1.530	0.535	3.070
12	0.305	1.522	0.690	4.000

18	0.457	1.538	1.054	6.000
24	0.610	1.550	1.426	8.000
36	0.915	1.556	2.182	12.000
48	1.220	1.578	2.935	16.000
60	1.525	1.587	3.728	20.000
72	1.830	1.595	4.515	24.000
84	2.135	1.601	5.306	28.000
96	2.440	1.606	6.101	32.000

Tabla 30: *Dimensiones estándar de medidores parshall en centímetros*

W		A	B	C	D	E	F	G	K	N
(Pulg)	cm									
1	2.5	36.3	35.6	9.3	16.8	38.1	7.6	20.3	1.9	2.9
3	7.6	46.6	45.7	17.8	25.9	45.7	15.2	30.5	2.5	5.7
6	15.2	62.1	61	30.5	40.3	53.3	30.5	45.7	3.8	11.4
9	22.9	88	86.4	45.7	57.5	61	45.7	61	6.9	17.1
12	30.5	137.1	134.4	61	84.5	91.5	61	91.5	7.6	22.9
18	45.7	144.8	142	76.2	102.6	91.5	61	91.5	7.6	22.9
24	61	152.3	149.3	91.5	120.7	91.5	61	91.5	7.6	22.9
36	91.5	167.7	164.2	122	157.2	91.5	61	91.5	7.6	22.9
48	122	182.8	179.2	152.5	193.8	91.5	61	91.5	7.6	22.9
60	152.5	198	194.1	183	230.3	91.5	61	91.5	7.6	22.9
72	183	213.3	209.1	213.5	266.7	91.5	61	91.5	7.6	22.9
84	213.5	228.6	224	244	303	91.5	61	91.5	7.6	22.9
96	244	244	239	274.5	340	91.5	61	91.5	7.6	22.9
120	305	274.5	260.8	366	475.9	122	91.5	122	14.2	34.3

### ANEXO N° 10: MATRIZ DE CONSISTENCIA

O	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	VA
ESTA ÑO DE ANTA  IENT EL EL O, IA ARAZ- 2018”	<b>GENERAL:</b>  ¿Qué características deberá tener la planta de tratamiento de aguas residuales para el Barrio El Milagro?	<b>GENERAL:</b>  Proponer un diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en el Barrio El Milagro, 2018.	<b>GENERAL:</b>  La hipótesis es implícita.	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b>  Descriptiva  Aplicada	<b>V. I.</b>  plan trata prim resid
	<b>ESPECIFICO:</b>  ¿Cómo realizar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales?  ¿De qué manera conocer el terreno adecuado para su desarrollo?  ¿Cuál es la calidad del agua justo en el punto donde desembocan las aguas negras del Barrio El Milagro?	<b>ESPECIFICO:</b>  Estudiar las características químicas, físicas bacteriológicas de las aguas vertidas al Rio Santa provenientes del Barrio El Milagro.  Evaluar el área donde se realizará la propuesta de diseño de la planta de tratamiento para las aguas		<b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b>  Diseño Descriptiva	

		<p>residuales del Barrio El Milagro.</p> <p>Realizar el diseño hidráulico para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Barrio El Milagro, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz.</p>			
--	--	--	--	--	--



## PANEL FOTOGRAFICO



Foto N°01: Se toma la muestra para coliformes fecales indicando la fecha y hora del muestreo.

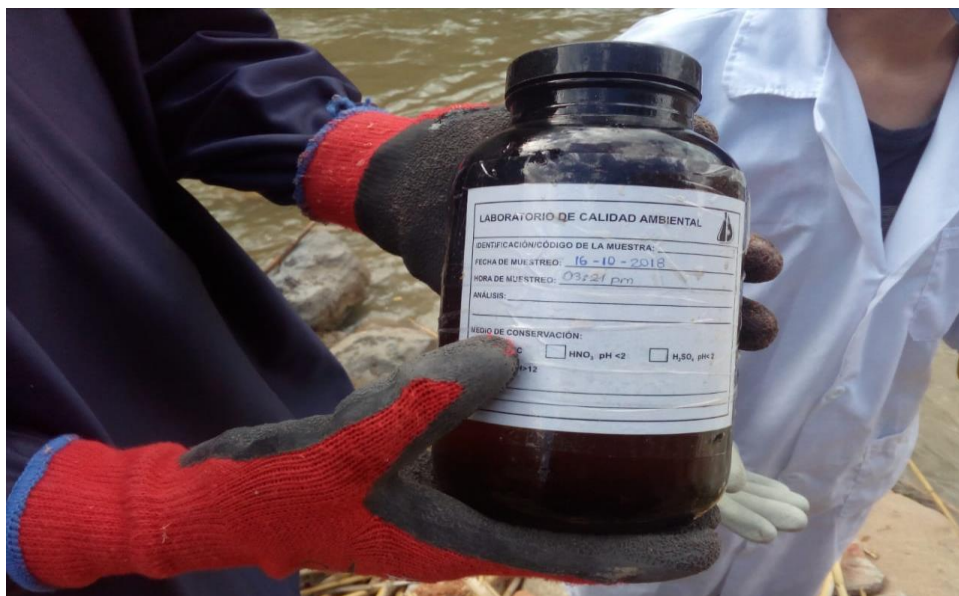


Foto N°02: Se toma la muestra para aceites y grasas indicando la fecha y hora del muestreo.



Foto N°03: Se toma la altura del canal.



Foto N°04: Se toma el ancho del canal.



**SEGUNDA TOMA DE AGUAS RESIDUALES A 100 METROS DE DESEMBOCADURA.**

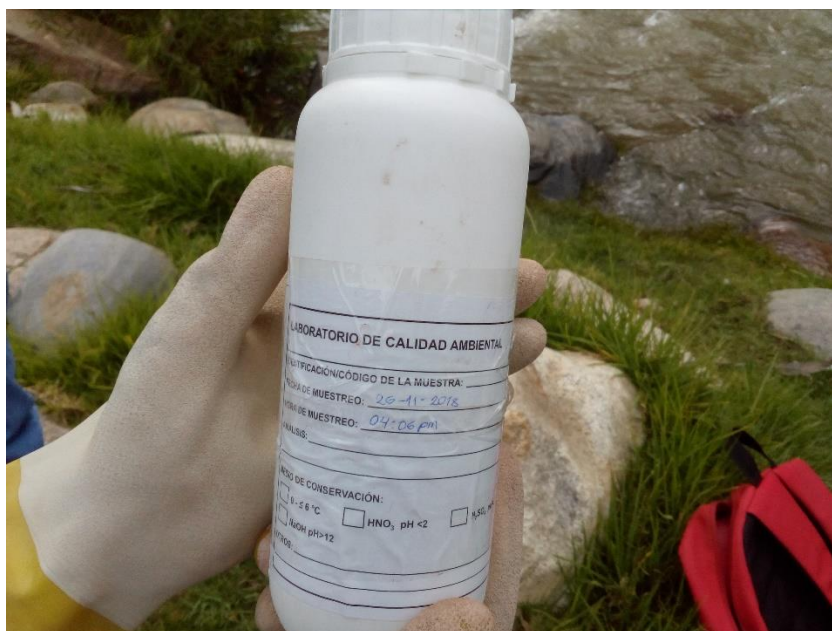


Foto N° 05 toma de agua residual para muestra de pH y sólidos totales



Foto N°06 Muestra de agua residual a 100 mts de desembocadura



Foto N°07 Muestra para aceites y grasa



Foto N° 08 Toma de muestra para Aceites y Grasas





Foto N° Foto N° 09 Muestreo para Coliformes Tolerantes



Foto N° 10 Toma de muestra para coliformes tolerantes





Foto N°12 Materiales y Equipo para Toma de muestras de aguas residuales



Foto N°13 Con el Compañero de Trabajo para el muestreo de aguas residuales





Foto N°14 Con el Compañero encargado de la clasificación de muestreo



Foto N°15 Construcción de Planta de tratamiento Primario de la ULADECH





Foto N°16 Defensa ribereña que requiere de mantenimiento o reconstrucción



Foto N°17 Cercana ubicación de las Viviendas al Punto de Desembocadura de aguas residuales.





Foto N° 18 Observamos a un Niño demasiado cerca y en contacto con las aguas residuales peligrosas.



Foto N° 19 Se puede Observar el Montículo de Basura alrededor del terreno donde se pretende realizar el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.



Foro N°20 Realización del levantamiento Topográfico del terreno con Teodolito, prismas libreta de campo.

## FIGURAS DE LAS ESTRUCTURAS PARA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

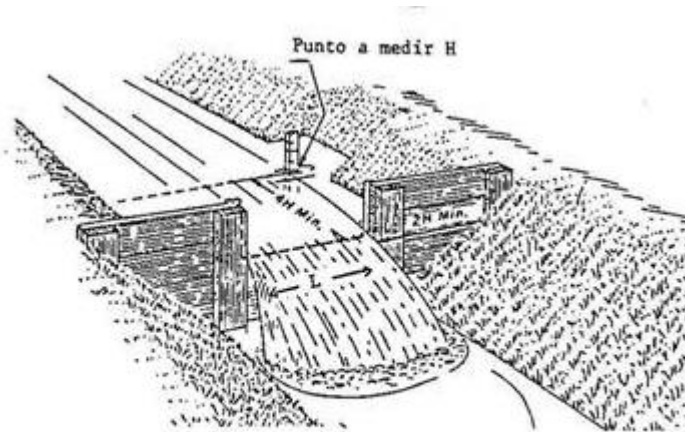


Figura 5.5. Instalación de un vertedero rectangular con contracción

**Figura N°09** vertedero para el sistema de tratamiento

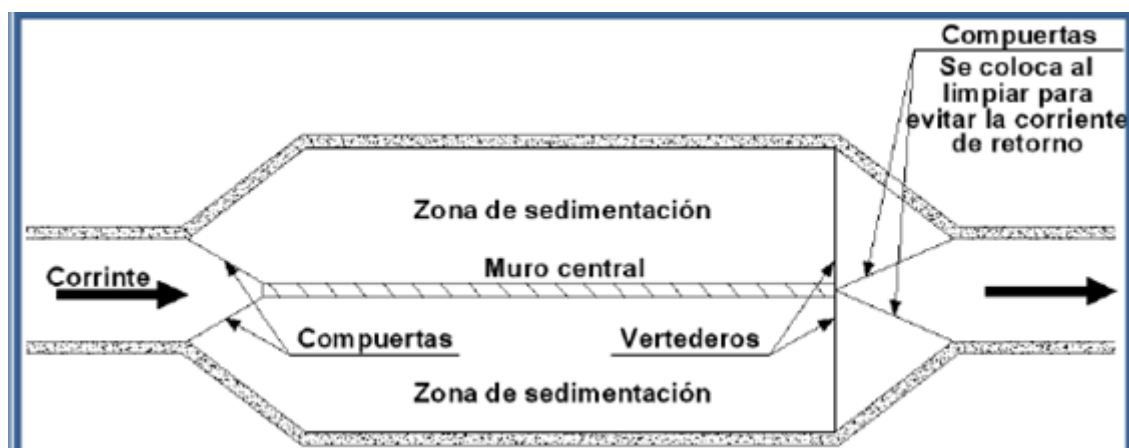


Figura N°10 Se muestra el diseño del desarenador

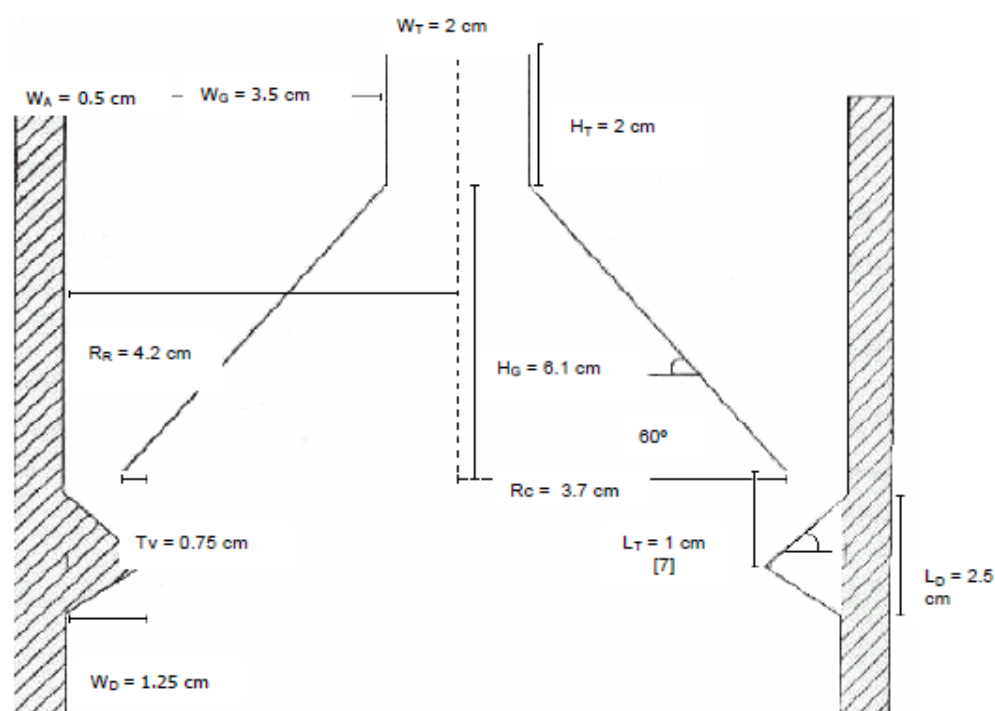
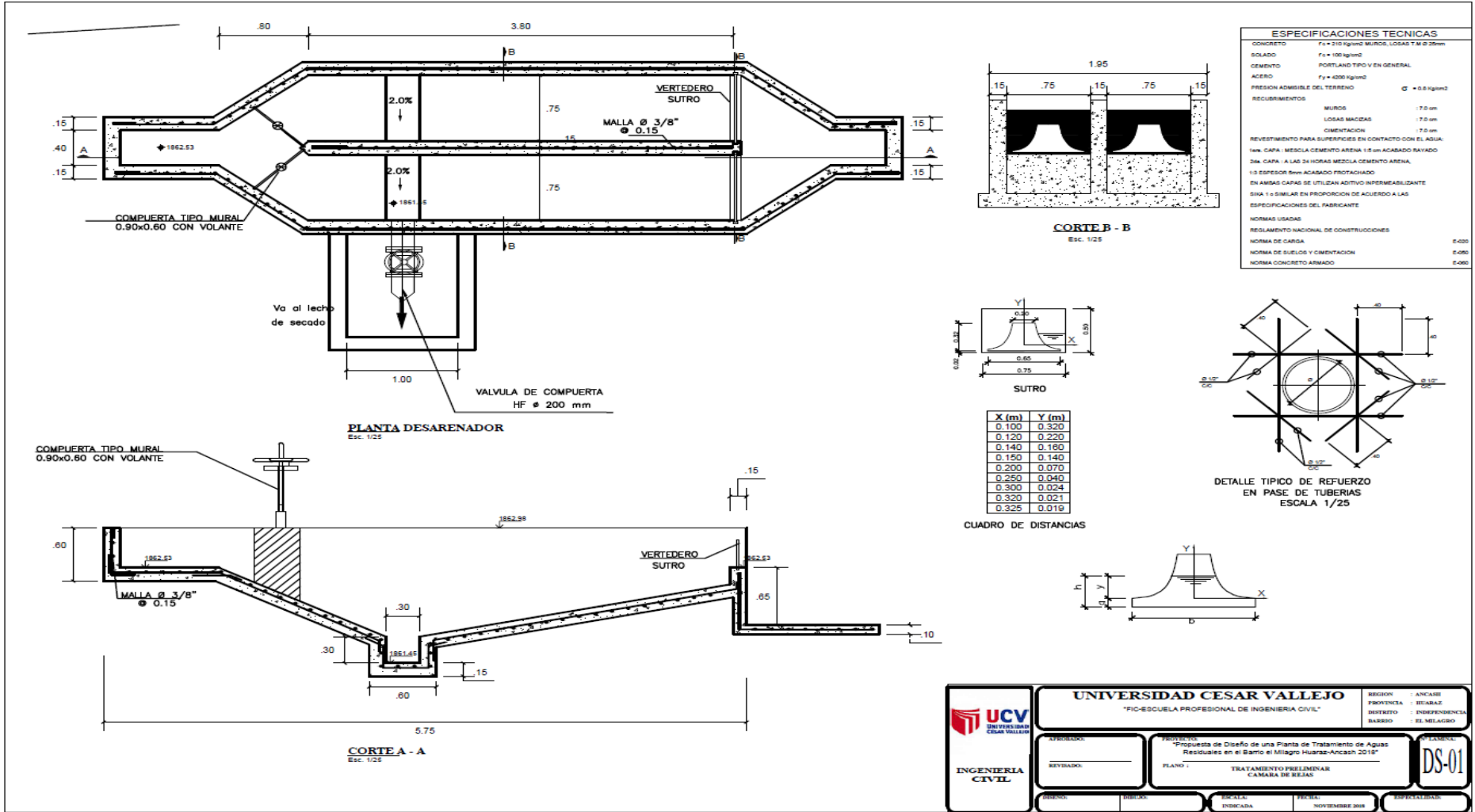


Figura 3. Criterios de diseño de la campana y deflectores.

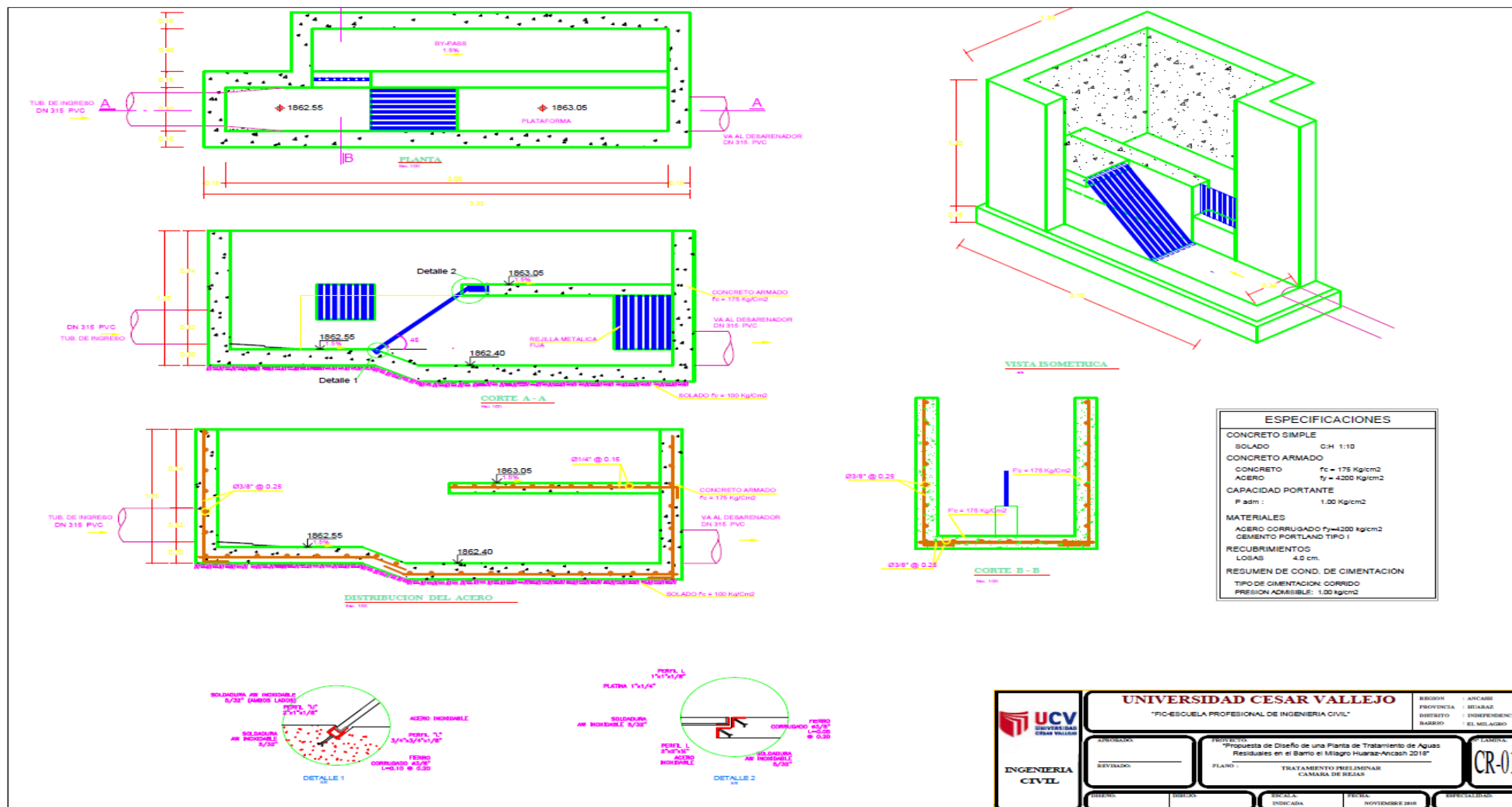
Figura N°11 Se muestra el diseño del reactor anaeróbico ascende



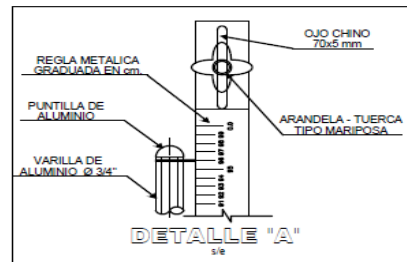
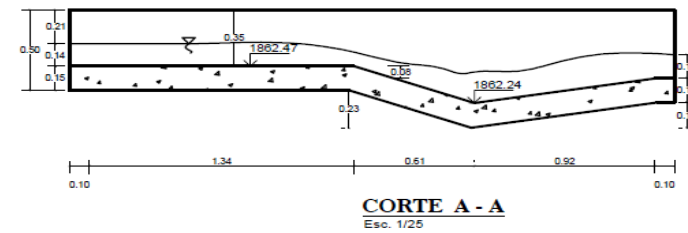
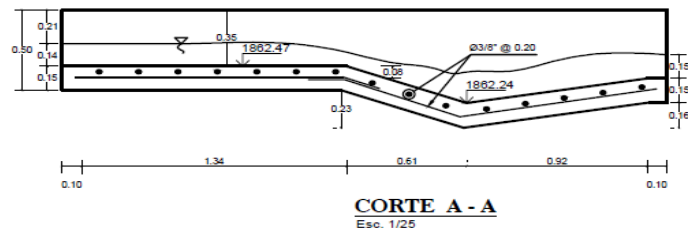
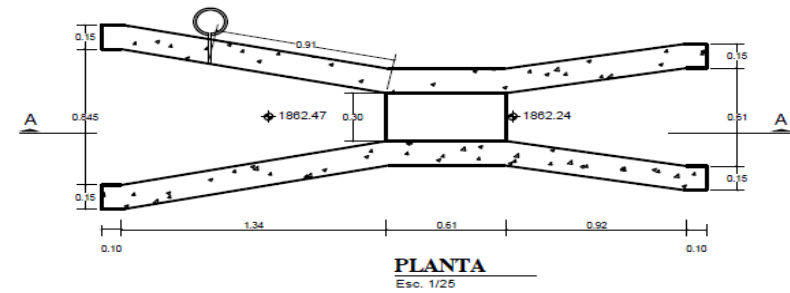
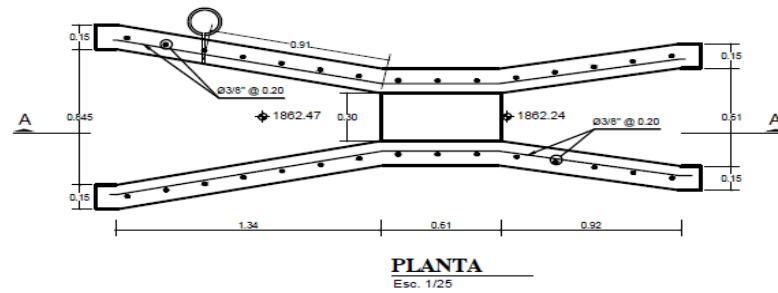
# PLANOS PARA EL DISEÑO DE UN REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE



PLANO N° 1 DESARENADOR



PLANO N °1 REJAS O CRIBADO



#### DIMENSIONES ESTANDARIZADAS PARSHALL

W		A	B	C	D	E	F	G	K	N
12"	30	137.2	134.4	61.0	84.5	91.5	61.0	91.5	7.60	22.9

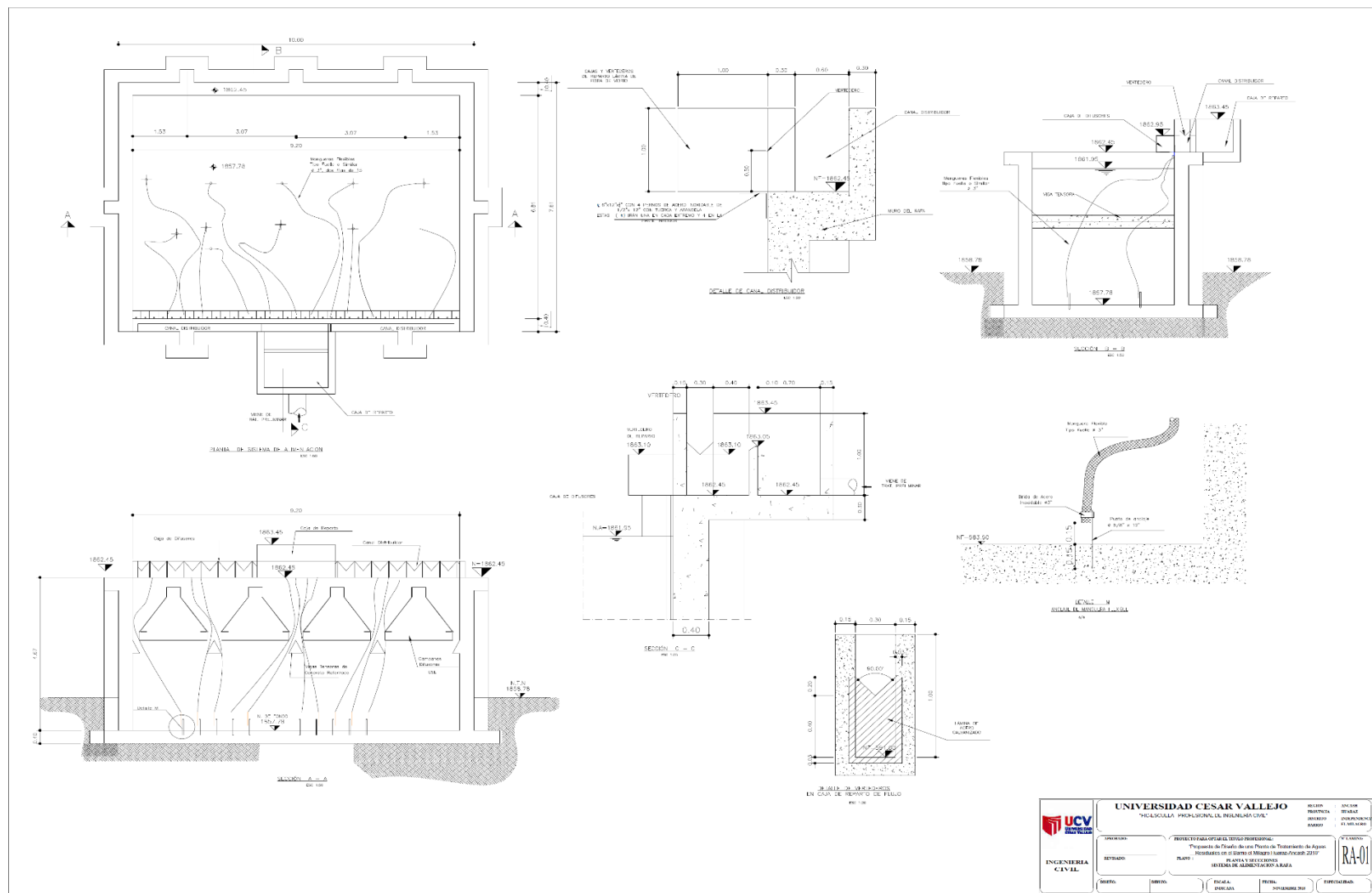
#### ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO  $f_c = 210\text{kg/cm}^2$   
 ACERO  $f_c = 4200\text{kg/cm}^2$   
 CEMENTO PORTLAND TIPO V

LAS SUPERFICIES INTERIORES DE MURO, LOS DE FONDO SERAN TARRAJEADAS MEZCLA ED CEMENTO-ARENA DE 1.20m DE ESPESOR ACBDO PULIDO Y USAR ADITIVO IMPERMEABILIZANTE.

<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> "FIC-ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL"	REGION : ANCASH PROVINCIA : HUARAZ DISTRITO : INDEPENDENCIA BARRIO : EL MILAGRO		
	APROBADO: _____ REVISADO: _____	PROYECTO: Propuesta de Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Barrio el Milagro Huaraz-Ancash 2018" PLANO : <b>TRATAMIENTO PRELIMINAR CAMARA DE REJAS</b>	N° LAMINA: <b>P-01</b>
	DISEÑO: _____ DIBUJO: _____	ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2018	ESPECIALIDAD: _____
	<b>INGENIERIA CIVIL</b>		

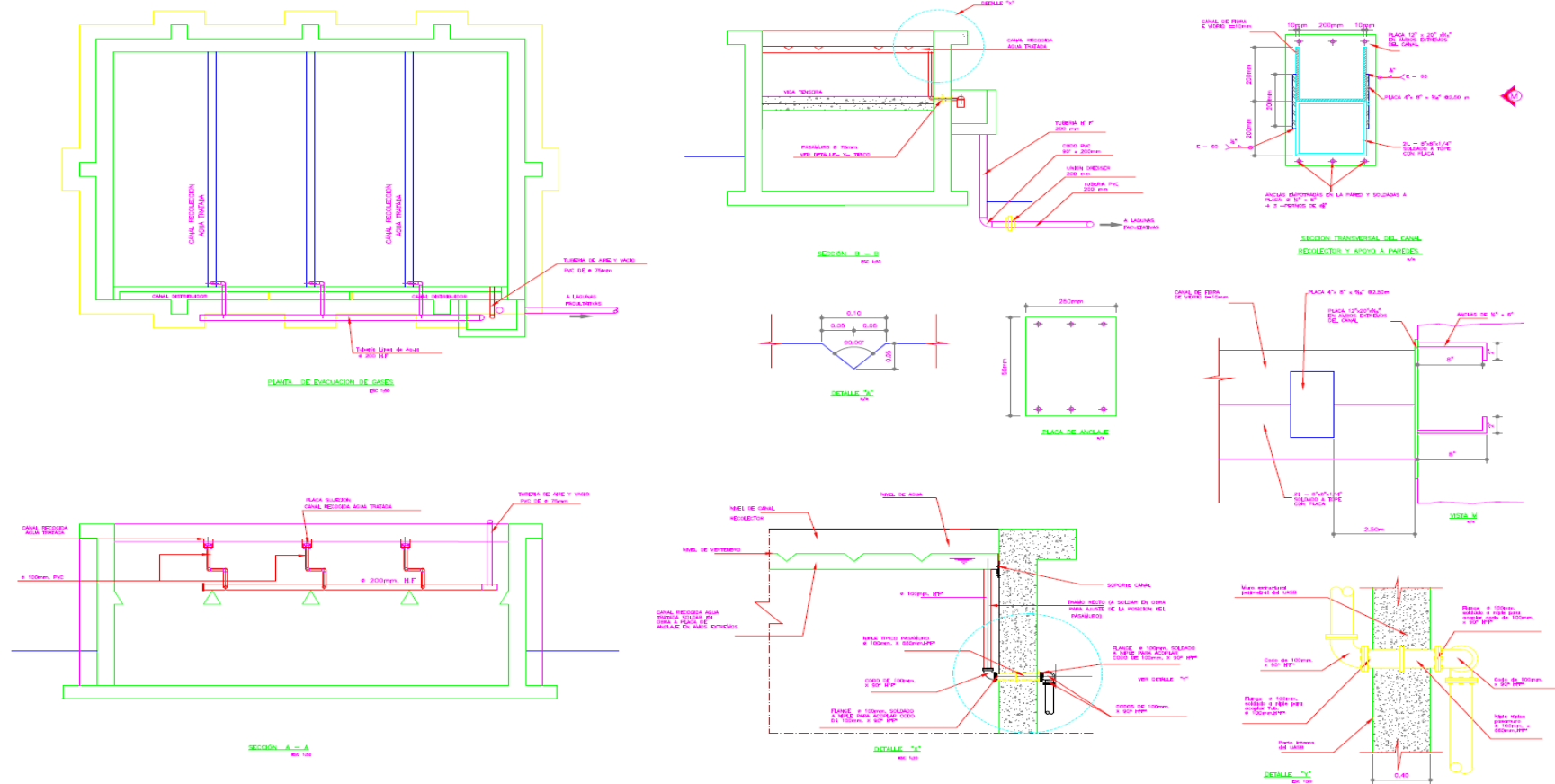
PLANO N°3 CANALETA PARSHALL



PLANO N°4 SISTEMA DE ALIMENTACION AL REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE







PLANO N°6 SALIDA DE AGUA DEL REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE



Yo, Mgtr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Huaraz, revisor (a) de la tesis titulada "PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL BARRIO EL MILAGRO HUARAZ-ANCASH-2018", del (de la) estudiante HIDALGO NOLASCO, CARLOS ALBERTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Huaraz, 10 de Diciembre del 2018



Mgtr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA

DNI: 40711879

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Yo Hidalgo Nolasco Carlos Alberto, identificado con DNI N° 73447345, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Propuesta de Diseño de una Planta de Tratamiento de Agua Residuales en el Barrio El Milagro Huaraz-Ancash-2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

  
FIRMA

DNI: 73447345.

FECHA: 11 de diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E. P. Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

HIDALGO NOLASCO, CARLOS ALBERTO

INFORME TITULADO:

" PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL BARRIO EL MILAGRO HUARAZ-ANCASH-2018 "

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: Martes, 11 de Diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: Dieciséis ( 16 )



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN